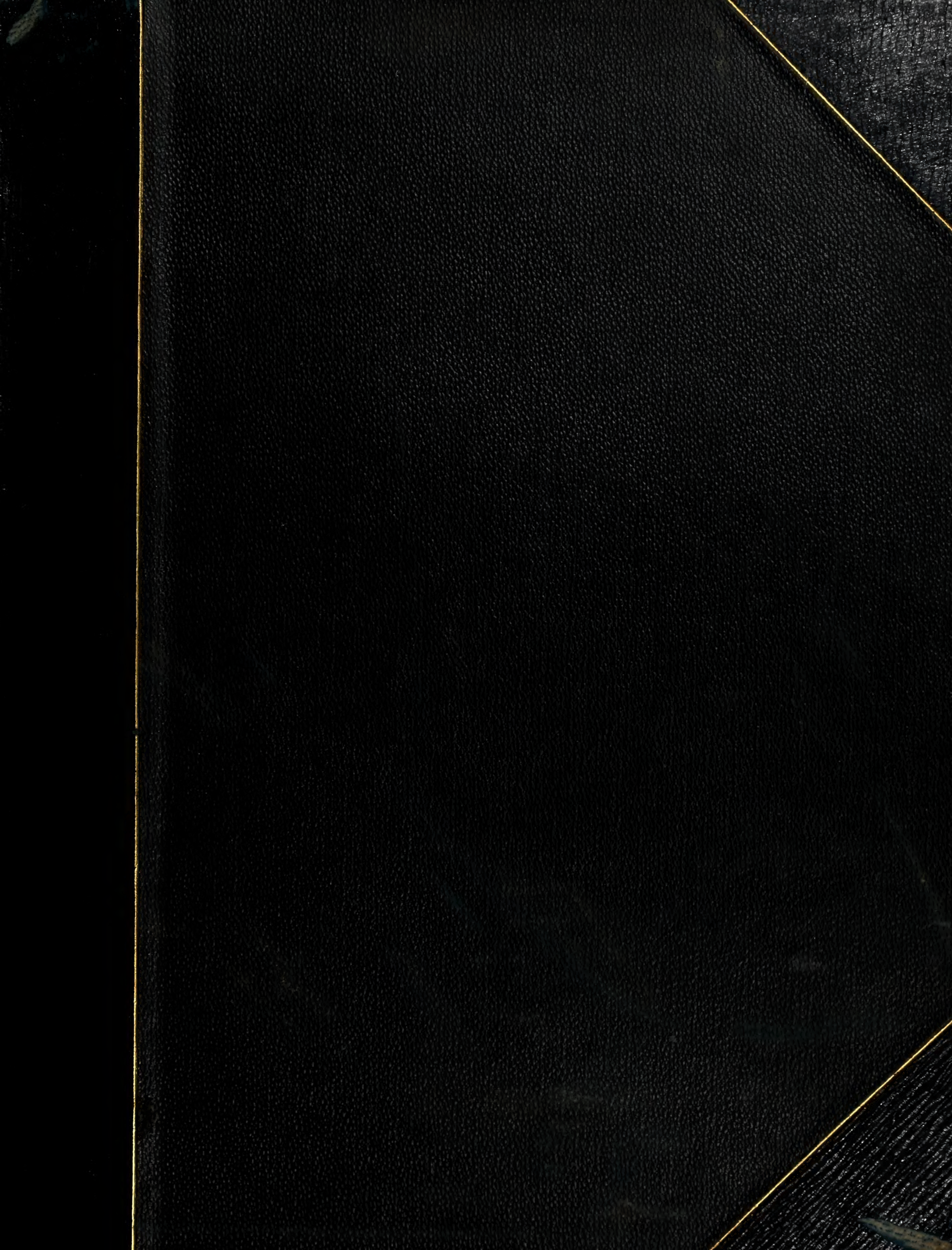
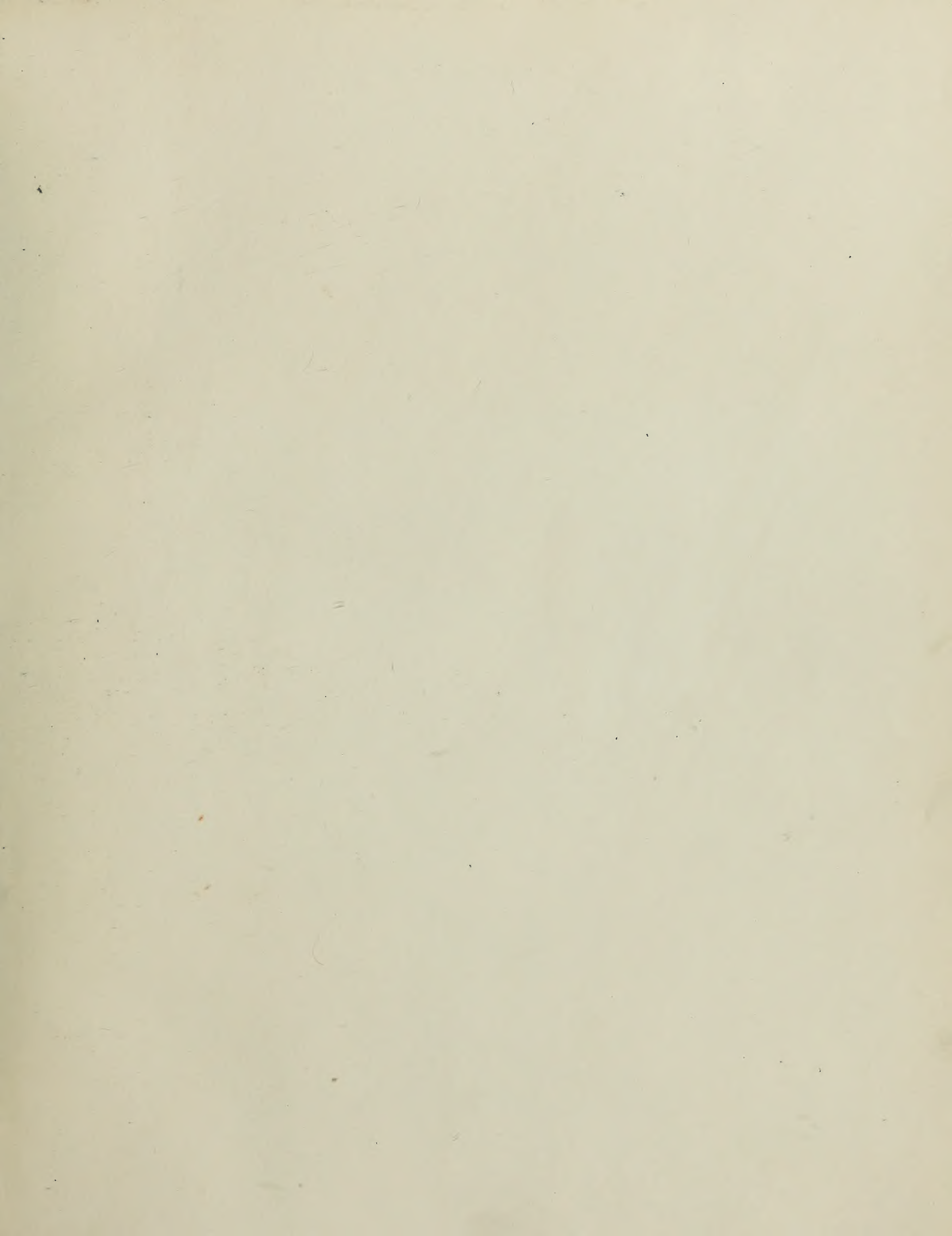




ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

ZWANZIGSTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER LXXI. BAND.



MÜNCHEN 1899.

VERLAG DER K. AKADEMIE

IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH).

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

ZWANZIGSTER BAND.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER LXXI. BAND.



MÜNCHEN 1900.

VERLAG DER K. AKADEMIE

IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH).

AKADEMISCHE BUCHDRUCKEREI VON F. STRAUB IN MÜNCHEN.

Inhalt des XX. Bandes.

I. Abtheilung (1899). Seite

Die äolischen Inseln (Stromboli, Panaria, Salina, Lipari, Vulcano, Filicudi und Alicudi) geologisch beschrieben von *Alfred Bergeat.* (Mit 24 Tafeln und mit Textfiguren) 1

II. Abtheilung (1899—1900).

Die überzähligen Hautknochen des menschlichen Schädeldaches. Von *Johannes Ranke* 275

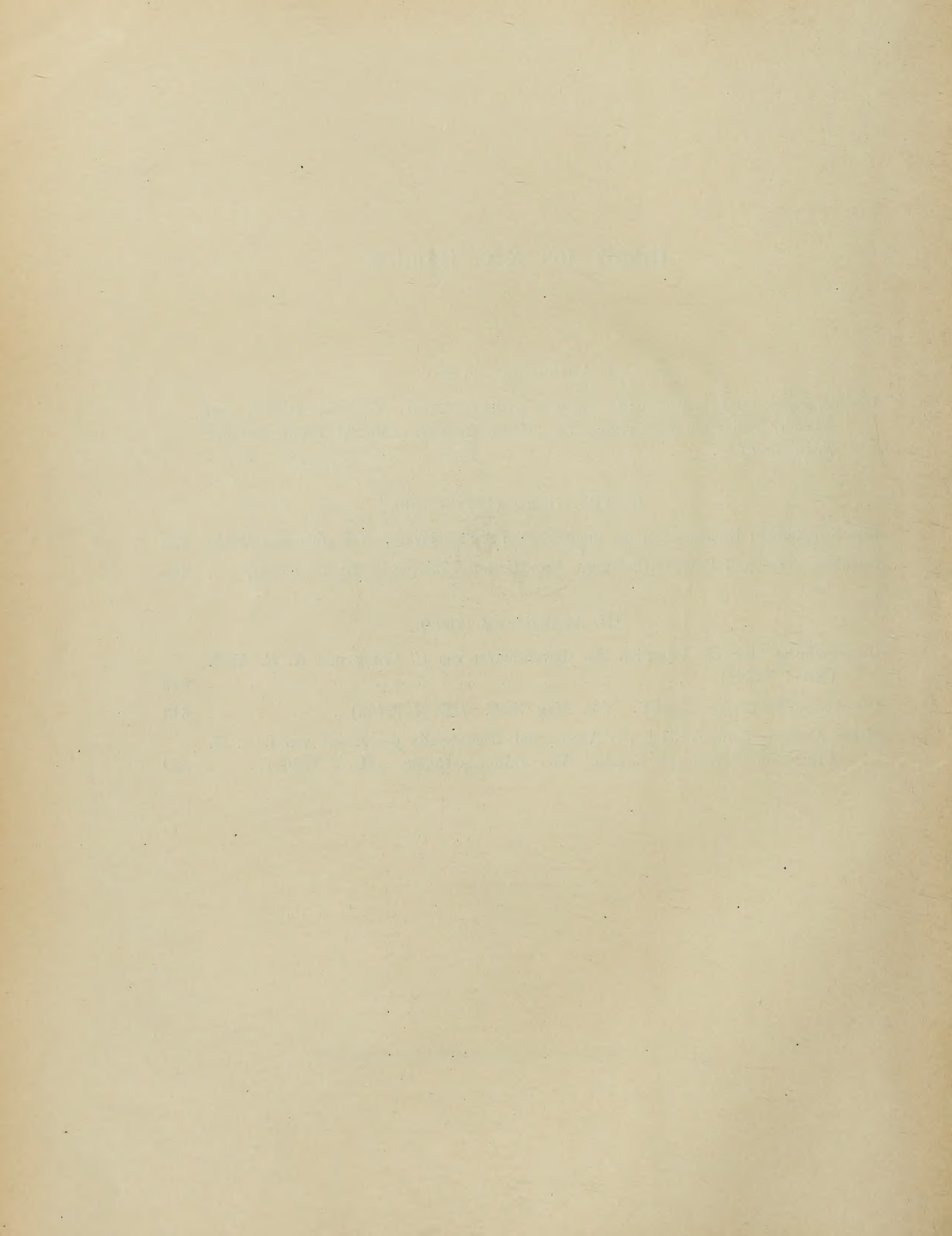
Reguläre Plan- und Raumvertheilung. Von *E. von Fedorow.* (Mit 13 Tafeln) . 465

III. Abtheilung (1900).

Untersuchung über die Vibration des Gewehrlaufes von *C. Cranz* und *K. R. Koch.* (Mit 4 Tafeln) 589

Die Aussen-Nebel der Plejaden. Von *Max Wolf.* (Mit 2 Tafeln) 613

Ueber Altperuanische Schädel von Ancon und Pachacamác gesammelt von I. K. H. Prinzessin Therese von Bayern. Von *Johannes Ranke.* (Mit 9 Tafeln) . . 629





A. Höfer pinx nach Skizze v. Bergeat.

Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München.

SONNENAUFGANG AUF FILICUDI.

Die äolischen Inseln

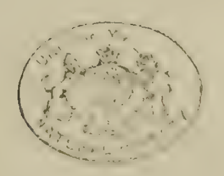
(Stromboli, Panaria, Salina, Lipari, Vulcano, Filicudi und Alicudi)

geologisch beschrieben

von

Alfred Bergeat.

Mit 24 Tafeln und mit Textfiguren.





Vorwort.

Während der Vesuv, der Aetna und die Ringinsel Santorin samt den Kaimeni-Inseln sowohl hinsichtlich der Thätigkeit des Vulkans als auch ihrer geologischen Verhältnisse und damit auch in Bezug auf ihre Entstehungs- und Entwickelungsgeschichte der Gegenstand monographischer Schilderungen gewesen sind, haben in dem grossen und eigenartigsten Vulkangebiete Europas, den liparischen Inseln, zwar die beiden thätigen Vulkane Stromboli und Vulcano von jeher die Aufmerksamkeit der Geologen auf sich gezogen und die Lebensvorgänge dieser merkwürdigen Essen sind nicht weniger bekannt als die eines anderen Vulkans; dagegen fehlt es, trotzdem das Inselgebiet bereits in letzter Zeit vom italienischen geologischen Comité aufgenommen worden ist und verschiedene wertvolle Arbeiten über einzelne Teile desselben vorliegen, immer noch an einer erschöpfenden Gesamtdarstellung des Archipels. Sieht man von der in engen Grenzen gehaltenen und dabei nicht immer gründlichen Veröffentlichung des Comitato geologico[1]) ab, so haben die äolischen Inseln zum letzten (und ersten) Male in ihrer Gesamtheit eine Beschreibung vor fast genau hundert Jahren erfahren: damals hat sich der ausgezeichnete Spallanzani mit ihrem Studium befasst und uns einen Bericht hinterlassen, der zum Vortrefflichsten der damaligen naturwissenschaftlichen Litteratur zu rechnen ist. Bis auf den heutigen Tag sind es dann Dolomieus „Voyage aux Iles de Lipari“ (1783) und Friedrich Hoffmanns Schriftchen „über die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln (1832)“ gewesen, denen wir hauptsächlich unsere Kenntnisse über die wichtigeren Teile des Gebiets verdanken, und die gern citiert wurden, wenn von jenem die Rede war.

Sartorius von Waltershausen, dem wir die Erforschung des Aetna verdanken, trug sich eine Zeit lang mit dem Gedanken, diese Inseln, die er im Jahre 1839 kennen gelernt hat, in ähnlicher Weise zu bearbeiten wie den sicilianischen Riesenvulkan; in den 70er Jahren aber musste er schreiben: „Eine umfassende und vollständig erschöpfende monographische Bearbeitung dieser ausgezeichneten Vulkangruppe, welche ich gern selbst nach dem Muster der ätnäischen Arbeiten unternommen hätte, wozu mir jedoch die Zeit fehlte, bleibt einem jüngeren Geologen als lohnende Aufgabe vorbehalten.“ Die vorliegende Abhandlung versucht dem nahe zu kommen, was eine Beschreibung der äolischen Inseln unter Sartorius' fein-

[1]) Cortese E. e Sabatini, V., Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Memorie descrittive della Farta geologica d' Italia. Vol. VII. Rom 1892.

sinniger Hand geworden wäre: an Verdienst und an Grossartigkeit des Erfolgs muss sie dahinter zurückstehen. Während der Aetnaforscher gezwungen war, seinen Arbeiten erst die kartographische Unterlage selbst zu schaffen, lagen mir bereits gute topographische Karten vor; eine ähnliche künstlerische Ausstattung, wie sie Sartorius' Aetnawerk erfahren hat, kann nur von wenigen geschaffen werden und war dort überdies die Frucht jahrelanger Bemühungen; endlich hat noch seit dem Tode des Göttinger Gelehrten (1876) die Litteratur über das Inselgebiet vielfache Bereicherungen erfahren, so dass dadurch heute der Wert einer Gesamtschilderung, welche auch Neues zu bringen beabsichtigt, ein geringerer geworden wäre, wenn nicht schon der Fortschritt der Wissenschaft und die zunehmende Kenntnis ähnlicher und zum Vergleich dienender Gebiete von Zeit zu Zeit zu einer neuen Bearbeitung und kritischen Sichtung der vorhandenen Nachrichten anregten.

Die Beschreibung, welche ich hier entworfen habe, stützt sich auf einen zwölfwöchentlichen Aufenthalt auf allen Inseln des Archipels (Ostern und Herbst 1894 und Ostern 1898).[1]) Der geologischen Schilderung liegen fast ausschliesslich eigene Beobachtungen zu Grunde; wo es sich darum handelte, die Thätigkeit der beiden Vulkane zu charakterisieren und der Geschichte ihrer Eruptionen nachzugehen, habe ich mich selbstverständlich älterer Mitteilungen bedienen müssen. Der Schwerpunkt meiner Darstellung liegt indessen naturgemäss nicht in der Vulkanologie des Gebiets, welche nur bei fortdauernder Beobachtung der beiden Vulkane ergründet werden könnte und deshalb das Arbeitsfeld italienischer Geologen bleiben muss, welchen diese und die beiden andern Vulkane des westlichen Mittelmeers leichter erreichbar sind; es mag schon hier erwähnt werden, dass sich die Beobachtung der zwei äolischen Vulkane besonders in den letzten beiden Jahrzehnten in den besten Händen befunden hat. Meine besondere Absicht war es vielmehr, die Entstehungsgeschichte der Inseln und die Eruptionsfolge in dem uns zugänglichen Teile der Inselvulkane aufzuklären und die allmähliche Herausbildung ihres gegenwärtigen Zustands zu verfolgen. Die Verarbeitung meiner Reiseergebnisse erforderte mit einigen Unterbrechungen drei Jahre; sie stützt sich auf Tagebuchnotizen und vor allen Dingen auf eine reiche Sammlung von Gesteinen und Bodenproben, deren mir insgesamt etwa 800 vorliegen. 500 Dünnschliffe gestatteten schon jetzt eine kurze Schilderung der mannigfachen über das Inselgebiet verteilten Gesteine, deren eingehendere Beschreibung ich mir, soweit sie nicht schon von anderer Seite in befriedigender Weise geschehen ist, für später vorbehalte.

Es ist mein Bestreben gewesen, in möglichster Kürze jedesmal den landschaftlichen Charakter, die allgemeinen Bebauungsverhältnisse der Inseln u. s. w. zu skizzieren. Besser als es in den wenigen Worten möglich gewesen ist, werden dem Leser die beigegebenen

[1]) Ich verbrachte auf den Liparen den 21.—26. März 1894 (Lipari und Fossa di Vulcano), den 10. Oktober—22. Dezember 1894 (alle Inseln) und den 27.—31. März 1898 (Lipari und Südvulcano). Ich verwendete auf das Studium der Inseln 82 durchschnittlich siebenstündige Tagesausflüge (auf Lipari 36, auf Salina 15, Vulcano 10, Stromboli 7, Filicudi 6, Panaria 4 und Alicudi 4). Eine zweitägige Unterbrechung erfuhr mein Aufenthalt im Herbst 1894, als ich mich nach dem Novembererdbeben von Messina dorthin begab. Meine beiden ersten Reisen machte ich allein, auf der dritten erfreute ich mich der Gesellschaft der Herrn Prof. Dr. Graeff und Direktor F. Sachs aus Freiburg i. Br.

Im Anschluss an meine Untersuchungen auf den Liparen habe ich im April 1898 zwei Ausflüge nach Ustica und Pantelleria unternommen. Während erstere den Besuch nur wenig lohnt, kann eine Reise nach der letzteren den Geologen nicht genug empfohlen werden.

Landschaftsbilder den Gegenstand näher bringen. Das farbige Titelbild wurde nach einem Aquarell des Malers Herrn Adolf Höfer in München hergestellt, dem eine von mir entworfene Skizze vorgelegen hat, und die Lichtdrucke bringen eine kleine Auswahl der von mir auf den Inseln aufgenommenen Photographien zur Wiedergabe; endlich hat Frau Cäc. Bader nach Photographien und Skizzen eine Reihe von Zeichnungen entworfen. Im übrigen hat noch die letzte Zeit eine Anzahl von Büchern und Schriften gefördert, welche in hinreichender Weise gestatten, sich über die allgemeinen geographischen und touristischen Verhältnisse und über die Statistik des kleinen Archipels zu orientieren.

Als erstes derselben ist zu nennen das grosse Prachtwerk von 8 Heften

„Die Liparischen Inseln." I. Vulcano 1893. II. Salina 1893. III. Lipari 1894. IV. Panaria 1895. V. Filicuri 1895. VI. Alicuri 1896. VII. Stromboli 1896. VIII. Allgemeiner Teil 1894. Der Verfasser desselben ist Erzherzog Ludwig Salvator; das Werk ist im Buchhandel nicht erschienen, ich selbst verdanke es der persönlichen Güte des hohen Verfassers.[1])

Besonders der allgemeine Teil enthält eine grosse Zahl ausführlicher statistischer Mitteilungen.

Von Wert ist auch der über die Inseln handelnde Abschnitt des grossen Houelschen Werkes „Voyage pittoresque des isles de Sicile, de Malte et de Lipari, I. Bd. Paris 1782", welches in verschiedenen guten Kupferdrucken Lipari, Vulcano und Stromboli darstellt.

Ferner mögen genannt werden: Salino, Le isole di Lipari (Bollettino del Club Alpino Italiano VIII. 1874). Giebt eine gute Darstellung des Gebiets, welche z. T. auf ältere Beschreibungen zurückgreift.

Gaston Vuillier, La Sicile, impressions du présent et du passé. Paris 1896. Belletristisch, mit Illustrationen.

Pereira, Im Reiche des Aeolus, Wien 1883. Will nichts anderes sein als eine unterhaltende Beschreibung einer kurzen Vergnügungsreise.

Filippo Porena, Una escursione alle Isole Eolie. Natura ed Arte 1892—93. S. 11—24. Bringt nichts neues.

Dr. Graeser, Lipari und das domicilio coatto. Natur, XLVI. 1897. S. 523 ff., 529 ff. und 541 ff. Interessante Darstellung sozialer Zustände in Unteritalien.

Bergeat, Die äolischen Vulkaninseln bei Sicilien. Globus LXXIII. 1898.

Ueber die botanischen Verhältnisse der Inseln handelt Lojacono, Le Isole Eolie e la loro vegetazione. Palermo 1878.

Ueber Geschichte und Altertümer

Fazellus, De rebus Siculis decades duae. 1558.

Cluverius, Sicilia antiqua. 1619.

D'Orville, Sicula. 1764.

Pietro Campis, Lipari, Disegno storico della città di Lipari, u. A.

---

[1]) Neuerdings ist auch eine Schilderung der Insel Ustica, von derselben Feder, erschienen.

Die beigegebenen Kärtchen der einzelnen Inseln wurden auf Grund der italienischen Generalstabskarte hergestellt. Da die Blätter der letzteren sich für den vorliegenden Zweck als unbrauchbar erwiesen, so musste ich mich entschliessen, dieselben gänzlich umzeichnen zu lassen, wobei ich das Kartenbild noch klarer zu gestalten hoffte, indem ich statt der Aequidistanten von 10 m solche von 25 m zur Anwendung brachte, eine Anzahl unnötiger Namen wegliess und dafür einzelne von mir gemessene Höhen eintrug. Die Uebersichtskarte wurde nach der französischen Admiralitätskarte entworfen. Die Herstellung aller Kärtchen geschah in verständnisvoller Weise durch Herrn Lithographen H. Köhler in München.

Von neueren Originalkarten des Gebiets sind zu erwähnen:

Die italienische Generalstabskarte, Foglio 244 della Carta d'Italia, in 1:100000 (1 Blatt), 1:50000 (4 Blätter) und 1:25000 (7 Blätter).

Die französische Admiralitätskarte No. 3757. 34—34bis. Sicile. Côte nord-est de Taormina au Cap Cephalù. (Iles Lipari, détroit de Messine) 1894. 1:200000.

Die englische Admiralitätskarte No. 172 Lipari Islands, nach der französischen von 1858 umgearbeitet 1872 und 1894. 1:100000.

Endlich seien noch die Modelle des Herrn A. Aureli in Rom genannt; dieselben gelangen in den Massstäben 1:50000 und 1:25000 in je drei Tafeln zur Ausführung und tragen die geologischen Einzeichnungen nach den Aufnahmen Corteses.

Indem ich hiemit meine Schilderung eines der interessantesten Vulkangebiete der Erde vor die Oeffentlichkeit bringe, ergreife ich die Gelegenheit, der k. bayer. Akademie der Wissenschaften, welche diese Abhandlung nicht nur in ihre Veröffentlichungen aufgenommen sondern auch einen beträchtlichen Theil der Herstellungskosten getragen hat, meinen ehrerbietigsten Dank zum Ausdruck zu bringen.

Herzlichsten Dank möchte ich auch hier vor allem meinem Freunde Dr. F. Glaser aussprechen, dessen hingebende Gefälligkeit mich in den Stand setzte, die bisherigen Analysen liparischer Gesteine durch eine grosse Zahl weiterer zuverlässiger Ergebnisse zu vermehren. Auch der freundlichen Unterstützung der Herren Professoren Dr. Muthmann und Dr. Hofmann, sowie ihrer Assistenten V. Kohlschütter und H. Rölig verdanke ich verschiedene analytische Beiträge.

München, 25. November 1898.

Dr. Alfred Bergeat,
Privatdocent an der Universität.

Einleitung.

Der liparische oder äolische Archipel umfasst sieben bewohnte Inseln: Lipari, Salina, Vulcano, Stromboli, Filicudi, Alicudi und Panaría[1]) und ausserdem noch eine Anzahl grösserer und kleinerer Klippen und unbewohnter Inselchen, von denen die bei Panaria gelegenen: Basiluzzo, Lisca bianca, Lisca nera, Bottaro und Dattilo die am häufigsten genannten und wichtigsten sind.

Die Inselgruppe ist bekanntlich der Nordostküste Siciliens vorgelagert und erstreckt sich etwa vom 12.—13.° östl. Länge von Paris und vom 38° 20′ bis zum 38° 50′ nördl. Breite. Sie bildet, ausschliesslich aus den Produkten zweier thätiger (Stromboli und Vulcano) und einer grossen Anzahl erloschener Vulkane bestehend, ein vulkanisches Gebirge, dessen Umfang noch beträchtlich gewinnt, wenn man die um 100 km von ihnen entfernte kleine Insel Ustica, welche nach ihrem geologischen Aufbau allerdings sehr grosse Aehnlichkeit mit den älteren liparischen Vulkangebilden zeigt, als seinen westlichen Eckpfeiler betrachtet Freilich steht dieser Auffassung die mächtige Tiefe von über 2000 m im Wege, welche Ustica von den Liparen trennt.

Ich habe soeben die Inseln in der Reihenfolge erwähnt, welche sie nach ihrer Grösse einzunehmen haben. Es besitzt

Lipari	37,63 qkm[2])	mit 8969	Einwohnern (1890)[3])
Salina	26,76 „	7201	„
Vulcano	21,22 „	250	„
Stromboli	12,63 „	2716	„
Filicudi	9,55 „	1119	„
Alicudi	5,24 „	412	„
Panaria	2,44 „	543	„
	115,47 qkm	21210	Einwohnern

---

1) Ich werde mich im Gegensatz zur gegenwärtig allgemein üblichen Schreibweise Filicuri und Alicuri der hier gebrauchten Benennung bedienen, denn sie entspricht derjenigen, welche fast ganz ausschliesslich in früheren Zeiten gebräuchlich war, während die andere erst seit der Veröffentlichung der italienischen Generalstabskarte (1861) allgemein geworden ist. Nur Cluverius (1619) und Kircher (1665) schreiben Alicur und Felicur und Ferrara (1810) Alicuri und Felicuri. Von den Inselbewohnern selbst hörte ich Felicuda und Filicuda sowie Alicuda sagen, in Cefalù dagegen (auf Sicilien) sprach man Filicuri etc. Im Altertum hiessen die beiden Inseln Phoenicodes und Ericodes. — Statt Panaría liest man auch Panaréa.

2) Nach Cortese in Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Roma 1892.

3) Nach Erzherzog Ludwig Salvator VIII. S. 14.

In Tafel II habe ich ein Uebersichtskärtchen der Inselgruppe gegeben; dasselbe bringt die gegenseitige Lage der Inseln, die Zahl der auf ihnen nachweisbaren Vulkane und die Tiefenverhältnisse des umgebenden Meeres so deutlich zum Ausdruck, dass ich mich auf nur wenige Hinweise beschränken kann.

Die Anordnung der Inseln entspricht einem dreistrahligen Stern; schon L. v. Buch[1]) hat dieselbe mit drei von Lipari ausgehenden Spalten in Beziehung gebracht, und von diesem Spaltensystem sprechen auch noch häufig spätere Geologen, die bald Lipari, bald Salina, bald Panaria als Mittelpunkt desselben bezeichnen. Von den drei Strahlen trägt der nach NO gerichtete den Stromboli (926 m) und Panaria (420 m), der nach Westen verlaufende Filicudi (773 m) und Alicudi (666 m). Vom Gipfel des höchsten Berges der Inselgruppe, der Fossa delle Felci auf Salina (962 m), gerechnet sind sie gleichlang, nämlich etwa 45 km. Von dort bis zur Südspitze von Vulcano sind dann 25 km; man könnte diese ungefähr südöstlich verlaufende Linie den dritten Strahl des Sternes heissen.

Es ergiebt sich aus der unterseeischen Masse und schon aus der Zahl der noch nachweisbaren Eruptionsöffnungen, dass die Menge des aus dem Innern geförderten Materials um so grösser wird, je weiter man sich von den Endpunkten der drei sich schneidenden Linien deren Schnittpunkte nähert. Um den letzteren selbst hat die grossartigste vulkanische Thätigkeit stattgefunden und einen mächtigen Centralstock geschaffen, der in seinen oberen Teilen in die beiden Inseln Salina und Lipari gespalten ist und zu dem zweifelsohne noch eine Reihe von Vulkanen gehört, welche niemals das Meer überragt haben und nur als Untiefen im Norden Salinas erkennbar sind.

Schon das Uebersichtskärtchen lässt erkennen, dass der Verteilung der liparischen Vulkane durchaus keine einfache Gesetzmässigkeit zu Grunde liegt, welche schlechthin berechtigte von drei „Spalten“ zu reden. Ich habe deshalb alle Einzeichnungen vermieden, welche eine solche Vorstellung erregen könnten, und indem ich meine Ansicht darüber am Schlusse meiner Schilderung darlegen werde, ziehe ich es vor, einstweilen statt von „Spalten“ von „Inselreihen“ zu sprechen. Wir erhalten dann drei Gruppen:

I. Reihe: Salina — Panaria — Stromboli
II. „ (Salina —) Filicudi — Alicudi
III. „ (Salina—) Lipari — Vulcano

Denken wir uns den Meeresspiegel um mehr als 1000 m erniedrigt, so schiebt sich das äolische Vulkangebirge noch mit deutlicher ⊤-förmiger Gestalt von der Nordküste Siciliens nach NW hinaus, hinter sich breite Meeresbuchten von etwa 500 m Tiefe belassend, mit dem Festlande gegen SO durch eine nur wenige hundert Meter hohe Landbrücke verbunden, von Ustica indessen durch mehr als 1000 m tiefes Meer getrennt. Ringsum ist es umschlossen von den steilen Stufen der Nebrodischen und Peloritanischen Berge Siciliens, welche aus dem krystallinen Urgebirge und jüngeren Sedimenten sämtlicher Epochen bestehen, und von den calabrischen Granit-, Gneiss- und Schiefermassen. Von dem nächsten Vulkangebilde Siciliens aber, dem Kesselbruch des Aetna, ist die Südspitze Vulcanos noch 50 km entfernt. In auffallender Weise ahmt der Verlauf der west-

[1]) Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. Berlin 1825. Gesammelte Schriften (Berlin 1867—85) III. S. 518.

lichen und nordwestlichen äolischen Inselreihe die Küstenconturen der benachbarten grossen Insel und des Festlands nach: sie liegen am Rande einer Senkung, in welcher, ungefähr im Mittelpunkte, das tyrrhenische Meer seine grösste Tiefe (3731 m) 250 km NW von Salina erreicht.

Wenn ich hier auf die allgemeinen Verhältnisse des Archipels zu sprechen komme, so geschieht das in aller Kürze; genaue und ausführliche Mitteilungen über das Klima, Vegetation und Fauna, über die Bevölkerung, deren politische, bürgerliche Verhältnisse und deren Erwerbsquellen finden sich in dem Prachtwerke des Erzherzogs Ludwig Salvator.[1])

Die Liparen gehören sicherlich zu den schönsten und fruchtbarsten Teilen Unteritaliens. Sie sind dicht bevölkert und würden dem tüchtigen Menschenschlage wohl noch besseres Auskommen gewähren, wenn nicht auch sie unter der Last der sicilianischen Missstände zu leiden hätten. So aber verliert das Volk viele seiner besten Angehörigen durch die Auswanderung. Der Fischfang ist eine reiche Nahrungsquelle, wie denn jene Gegenden seit Alters wegen ihrer vortrefflichen Fische berühmt sind. In geringerem Masse gilt das für die Korallenfischerei, welche noch in der Umgebung der Inseln getrieben wird.[2]) Unter den Produkten, welche die Inseln selbst bieten, ist das wichtigste der Wein; er wird in grossen Mengen gezogen und gedeiht noch bis in die Nähe der höchsten Gipfel der Inselgruppe. Es ist wohl nicht allgemein bekannt, dass der weltberühmte Malvasia seine eigentliche Heimat auf der Insel Salina hat. Wichtig ist die Erzeugung von Passolinen, getrockneten Weinbeeren, deren in manchem Jahre 16 000 Fass ausgeführt werden.

Ueberall wird der Kapernstrauch angepflanzt; wie man mir sagte, soll Filicudi die besten Kapern erzeugen, ihre Menge sich dort jährlich auf 50 to belaufen, und Alicudi allein 15 to dieses Gewürzes hervorbringen. Der Oelbaum gedeiht auf allen Inseln in grosser Menge; besonders schöne Olivenhaine habe ich auf Panaria und bei Ginostra auf Stromboli gesehen. Es ist aber eine alte Klage, dass diesem Baum auf den Liparen lange nicht jene Pflege zu teil wird, welche ihn zu einem wirklichen Reichtum der Inseln machen könnte. Feige und Feigenkaktus sind allgemein anzutreffen, die Dattelpalme findet sich gewissermassen nur als Zierbaum in einzelnen Gärten. Auch im übrigen ist der Baumwuchs ein sehr spärlicher; der Obstbau kommt nur auf Lipari und Salina in Betracht, die wichtigsten der gezogenen Obstsorten sind Pflaumen, Pfirsiche, Aprikosen und Birnen. Da und dort trifft man auch auf Nuss- und Kastanienbäume und Pappeln und untergeordnet auch auf den Maulbeerbaum und die Cypresse. Was an Getreide (Weizen und Gerste) und an Hülsenfrüchten (Linsen) erzeugt wird, reicht nicht für den Bedarf der Bewohner hin. Citronen, Orangen und Mandarinen spielen im Ganzen eine nur untergeordnete Rolle unter den Culturgewächsen.

Das Pflanzenkleid der Inseln bietet trotz ihrer südlichen Lage einen recht verschiedenen Anblick, je nachdem man sie im Frühling oder im Herbste oder Winter kennen lernt. Ende November verfällt auch das pflanzliche Leben, welches die mehrmonatliche

---

[1]) VIII. Heft.

[2]) Nach Erzherzog Ludwig Salvator liegen die ergiebigsten Korallenbänke östlich von Vulcano, im Westen von Panaria, im Nordnordwesten von Lipari und nördlich von Salina (VIII. S. 131).

Dürre des Sommers überstanden hat, in Schlummer. Nur die immergrünen Sträucher, Arbutus, Cistus, Erica arborescens, Pistacia und die ganz vereinzelten Steineichen bewahren den Höhen ihr grünes Kleid und treiben wohl auch während der rauhen Decemberstürme frische Blumen. Alles übrige ist kahl und fahl. Kommt man dann im Frühling wieder, so bedeckt das leuchtendste Grün die Höhen, wo nicht etwa der trägere Weinstock hinter dem allgemeinen Sprossen und Keimen zurückgeblieben ist. Auf den grösseren nicht cultivierbaren Höhen verhindert dichtes Buschwerk der vorhin genannten Sträucher samt Cytisus, Spartium, Brombeeren und anderem Gestrüpp manchmal fast jedes Vorwärtskommen, und eine nicht unwichtige Rolle spielt endlich das in grossen Mengen auf den Höhen und den unbebauten Tiefen wachsende Farnkraut, die felce (Pteris aquilina, L.), von dem verschiedene Berge ihren Namen erhalten haben (Fossa delle felci auf Salina und Filicudi, Felicicchie auf Vulcano).

Auch für die Bereisung der Liparen sind die günstigsten Monate der April und Mai und der Herbst. Die Zeit vom Ende des Novembers bis in den März ist stürmisch und unfreundlich; nicht selten herrscht empfindlicher Frost, manchmal sind sogar die Höhen von Salina und Lipari mit Schnee bedeckt, das Meer kommt mitunter Tage lang nicht zur Ruhe, und man ist gezwungen seine Ausflüge zur See auf das Nötigste einzuschränken. Der beinahe vollkommene Mangel an gutem Trinkwasser aber macht die regenlose, monatelange Sommerhitze um so lästiger.

Wer nicht verwöhnt ist, mit einfacher Verpflegung und Wohnung sich zufrieden giebt, wird gerne längere Zeit auf den Inseln zubringen: die wechselnde landschaftliche Schönheit, alle die Freuden, welche das Leben an der blauen See und auf ihr bietet, die abgeschiedene Stille der kleineren Inseln, auf denen man noch behaglicher aufgenommen ist als auf Lipari, auf Salina oder gar auf Sicilien, und endlich alles das, was dem Naturfreunde und vor allem dem Geologen stündliche Anregung zum Staunen und Denken giebt, werden einen längeren Aufenthalt auf den äolischen Inseln zeitlebens unvergesslich machen.

I. Stromboli.

Litteratur.

*Die wichtigeren geologischen Schriften sind mit einem * bezeichnet.*

300 v. Chr. Callias, De rebus gestis Agathoclis. Fragment im Scholiasten des Apollonius von Rhodos (Argonauticon). In Fragmenta Historicorum Graecorum, ed. Müller. Paris 1848.

um 30. Diodorus Siculus, Bibliotheca.

? 54 v. bis 24 n. Chr. Strabo, Geographica.

23—79 n. Chr. Plinius Secundus, Historia naturalis.

40. Pomponius Mela, De situ orbis, Ausgabe von Meisner 1738.

um 120. Pausanias, Periegesis, ed. Schubart. Leipzig 1854.

Cornelius Severus, Aetna, in Wernsdorfs Poetae latini minores, IV. Altenburg 1785.

3. Jahrh. C. Julius Solinus, Polyhistor. Herausgegeben von Th. Mommsen. Berlin 1895.

5. Jahrh. Martianus Capella, De nuptiis Philologiae et Mercurii, ed. Eyssenhardt. Leipzig 1866.

1422. Bondelmonte, Christophorus, Liber insularum Archipelagi. Herausgegeben von L. Linner. Leipzig 1824.

1547. Bordone, Benedetto, Isolario. (Venedig) 1547.

1558. Fazello (Fazellus), F. Th., De rebus Siculis decades duae (1558). Dasselbe liegt mir in zwei weiteren Ausgaben vor:

1574. — — Le due deche dell' historia di Sicilia. Venezia 1574.

1579. — — Rerum Sicularum scriptores ex recentioribus praecipui. Frankfurt a. M. 1579.

1619. Cluverius, Ph., Sicilia antiqua; cum minoribus insulis ei adiacentibus. Item Sardinia et Corsica. Lugduni Batavorum 1619.

1665. Kircher, Ath., Mundus subterraneus. Bd. I. Amsterdam 1665.

1680. Bartoli, Dan., De' Simboli trasportati al Morale. Bd. III. Rom 1680.

1764. d'Orville, J. Ph., Sicula, quibus Siciliae veteris rudera, additis antiquitatum tabulis, illustrantur. Amstelaedami 1764.

1773. Hamilton, Sir William, Beobachtungen über den Vesuv, den Aetna und andere Vulkane in einer Reihe von Briefen an die Königl. Grossbr. Gesellsch. der Wissenschaften. Berlin 1773.

1776. — — Campi Phlegraei, observations on the volcanoes of the two Sicilies. Naples 1776.

Brydone, P., A tour through Sicily and Malta in a series of letters to William Beckford. New edition. 2 Bde. London 1776. Bd. I.

1782. Houel, J., Voyage pittoresque des isles de Sicile, de Malte et de Lipari. Bd. I. Paris 1782.

1783. *Dolomieu, Déodat de, Voyage aux îles de Lipari, fait en 1781. Paris 1783.

Uebersetzt von L. Ch. Lichtenberg, Leipzig 1783. Ich beziehe mich auf das Original.

Desnos, Description historique et géographique de la ville de Messine, ecc. ecc. et détails météorologiques du désastre que cette ville vient d'éprouver (le 5 février 1783) par le tremblement de terre; avec des notes curieuses et intéressantes sur la Calabre ultérieure, la Sicile et les Isles de Lipari ecc. Paris 1783.

1792—97. *Spallanzani, Lazz., Viaggi alle due Sicilie e in alcune parti dell' Apennino. Pavia 1792—97. II. Band.

Deutsch von Kreysig und Schmidt, Leipzig 1795—98. Ich beziehe mich auf das Original.

1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia e delle isole che sono intorno. Descrizione fisica e mineralogica di queste isole. Messina 1810.

1824. Smyth, Sicily and its islands.

Hoff, K. E. A. von, Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Gotha 1822—1841. Bd. II. 1824.

1825. Buch, L. von, Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. Berlin 1825. Teil VI: Ueber die Natur der vulkanischen Erscheinungen auf den canarischen Inseln und ihre Verbindung mit andern Vulkanen der Erdfläche.

Ich beziehe mich auf „L. von Buchs gesammelte Schriften" (herausgeg. von J. Ewald, J. Roth und W. Dames), Bd. III, Berlin 1877, woselbst auch die von v. Buch herrührenden Zusätze zur französischen Uebersetzung (Boulanger 1836) wiedergegeben sind.

*Scrope, G. Poulett, Volcanos. London 1825.

1826. Daubeny, Ch., Description of active and extinct Volcanos. London 1826.

1830. Donati, E., Notice sur l'île de Stromboli. Bull. soc. géol. France. I. 1830.

1832. *Hoffmann, Friedr., Ueber die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln. Ann. Phys. u. Chemie. (Pogg. Ann.) CII. (XXVI). 1832.

1833. — — Sur les terrains volcaniques de Naples, de la Sicile et des îles de Lipari. Bull. soc. géol. France. III. 1833.

1835. Bylandt-Palstercamp, A. de, Théorie des volcans. Bd. II. Paris 1835.

1837. *Pilla, Leop., Parallelo fra i tre vulcani ardenti dell' Italia. Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali di Catania. XII. 1837.

1838. Hoffmann, Friedr., Hinterlassene Werke. Berlin 1837—38. II. Bd. Geschichte der Geognosie und Schilderung der vulkanischen Erscheinungen.

1839. Alexander, G., Practical remarks on the lavas of Vesuvius, Etna and the Lipari Islands. Proceed. Scient. Soc. London. I. 1839.

1841. *Abich, H., Geologische Betrachtungen über die vulkanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittelitalien. I. Bd. 1. Lieferung: Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. 1841.

1848. Daubeny, Ch., A description of active and extinct Volcanos, of earth quakes and of thermal springs. London 1848.

1856. Bornemann, J. G., Tageblatt der 32. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Wien 1856.

Sainte-Claire Deville, Ch., Huitième lettre à Elie de Beaumont sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale. Comptes rendus des séances de l'académie des sciences. XLIII. Juill.—Déc. 1856.

Biot, J. B., Bemerkungen zu letzterem Briefe. Ebendort.

Quatrefages, A. de, Note sur l'état du cratère du Stromboli en juin 1844. Ebendort.

1857. *Abich, H., Besuch des Kraterbodens von Stromboli am 25. Juli 1836. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. IX. 1857.

Sainte-Claire Deville, Ch., Ueber das Vorkommen von Lavaströmen am Stromboli; Entgegnung auf Abichs obige Arbeit. Bull. soc. géol. (2) XIV. 1856/57.

Bornemann, J. G., Bericht über eine Reise nach Italien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. X. 1857.

1858. *Sainte-Claire Deville, Ch., Sur la nature des éruptions actuelles du volcan de Stromboli. Bull. soc. géol. (2) XV. 1858.

Virlet, Bemerkungen zu letzterer Abhandlung. Ebendort.

1862. *Bornemann, J. G., Ansichten von Stromboli. Ztschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft XIV. 1862.

1865. Fouqué, F., Sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale. Sixième lettre à Ch. Sainte-Claire Deville. Comptes Rendus etc. LXI. 1865.

Sainte-Claire Deville, Ch., Bemerkungen dazu. Ebendort.

1865. Fuchs, C. W. C., Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. Leipzig und Heidelberg 1865.

1866. Fouqué, F., Recherches sur les phénomènes chimiques des volcans. (Résumé et conclusions.) Comptes Rendus etc. LXII. 1866.

Gerh. vom Rath, (Ueber den Eisenglanz von Stromboli). Poggend. Ann. CXXVIII. 1866.

1872. *Scrope, G. Poulett, Volcanos, 2d edition 1872.

1874. Schmidt, Julius, Vulkanstudien. Leipzig 1874.

Salino, F., Le isole di Lipari. Bollettino del Club Alpino Italiano. VIII. 1874.

Silvestri, O., Fenomeni eruttivi dell' isola di Vulcano e Stromboli nel 1874. Boll. d. vulc. ital., fasc. IX. X. Roma 1874.

*Mallet, R., On the mechanism of Stromboli. Proceedings of the Royal Society, vol. XXIII, 1874.

*Scrope, G. Poulett, The mechanism of Stromboli. The geological Magazine (2) I. 1874.

1875. *Judd, W. J., Contribution to the study of Volcanoes. The geological Magazine (2) II. 1875.

Mallet, R., Kurze Notiz zu seiner vorher erwähnten Arbeit. Proceedings of the Roy. Society. XXIV. 1875.

1879. Mercalli, G., Recenti eruzioni di Stromboli. Boll. Vulc. it. 1879.

1880. Sartorius von Waltershausen, Wolfg., Der Aetna. Herausgegeben, selbständig bearbeitet und vollendet von A. von Lasaulx. I. Bd. Leipzig 1880.

Rodwell, G. F., The Lipari Islands. Nature. XXI. London and New-York 1880.

1881. *Mercalli, G., Natura delle eruzioni dello Stromboli ed in generale dell' attività sismo-vulcanica nelle Eolie: Atti della società italiana di scienze naturali. XXIV. 1881.

1883. — — Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia, III. Teil der „Geologia d' Italia" (herausgeg. von G. Negri, A. Stoppani und G. Mercalli). Milano 1883.

1885. — — Notizie sullo stato attuale dei vulcani attivi italiani. Atti della società italiana di scienze naturali. XXVII. 1885.

1886. — — La Fossa di Vulcano e lo Stromboli dal 1884 al 1886. Ibidem. XXIX. 1886.

1888. Johnston-Lavis, H. J., The islands of Vulcano and Stromboli. Nature. XXXVIII. London and New-York 1888.

Mercalli, G., L' isola Vulcano e lo Stromboli dal 1886 al 1888. Atti della società italiana di scienze naturali, XXXI. 1888.

Silvestri, O., Etna, Sicilia ed isole adiacenti nel 1888 sotto il punto di vista dei fenomeni eruttivi e geodinamici. Atti dell' Accademia Gioenia di scienze naturali (4) I. Catania 1888.

*Mercalli, G., Osservazioni fatte allo Stromboli nel 1888/89. Annali dell' ufficio centrale meteorologico e geodinamico. X. parte IV. 1888.

1889. Strüver, G., Ematite di Stromboli. Memorie della R. Accademia dei Lincei. (4) VI. Roma 1889.

Tacchini, P., Sulle attuali eruzioni di Vulcano e Stromboli. Rend. della R. Accademia dei Lincei (4) V. Roma 1889.

*Silvestri O. ed Arcidiacono, S. Etna, Sicilia ed isole vulcaniche adiacenti sotto il punto di vista dei fenomeni eruttivi e geodinamici avvenuti durante l' anno 1889. Atti dell' Acc. Gioen. LXVI. (4) II. 1889/90.

Platania, G., Stromboli e Vulcano nel Settembre del 1889. Bollett. dell' Osservatorio met. del R. Istituto nautico di Riposto. Anno XV. Riposto 1889.

1890. Silvestri, O., Etna, Sicilia ed isole adiacenti nel 1889 sotto il punto di vista dei fenomeni eruttivi e geodinamici. Annuario meteorol. italiano. Anno V. 1890.

Fulcher, L. W., Vulcano and Stromboli. The geological Magazine. New ser. (3) vol. VII. 1890.

*Mercalli, G., Sopra alcune lave antiche e moderne dello Stromboli. Rendic. R. Istit. Lomb. di scienze e lett. (2) XXIII. 1890. — Giorn. di mineralogia etc. II. 1891.

1891. Johnston-Lavis, H. J., The south italian volcanoes. Being the account of an excursion to them made by english and other geologists in 1889 under the auspices of the Geologist's Association of London with papers by Messrs. Johnston-Lavis, Platania, Sambon, Zezi and Madame Antonia Lavis. Naples 1891.

Denza, F., Etna, Sicilia ed isole vulcaniche adiacenti nel 1890. Annuario meteorol. italiano. Anno VI. 1891.

1892. *Riccò e Mercalli, Sopra il periodo eruttivo dello Stromboli, cominciato il 24 giugno 1891 con app. dell' ingegnere S. Arcidiacono. Annali del R. Ufficio centr. meteorologico e geodinamico (2) XI. parte III.

*Cortese E. e Sabatini V., Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Vol. VII delle Memorie descrittive della Carta geologica d' Italia. Roma 1892.

Denza, F., Etna, Sicilia ed isole adiacenti dal novembre 1890 all' ottobre 1891. Annuario meteorologico italiano. Anno VII. 1892.

1893. Riccò e Mercalli, Sopra il periodo eruttivo dello Stromboli cominciato il 24 giugno 1891 Giornale di mineralogia, cristallografia e petrografia. IV. 1893.

Ricciardi, L., La recente eruzione dello Stromboli in relazione alla frattura Capo-Passero-Vulture e sull' influenza lunisolare nelle eruzioni. Reggio Calabria 1893.

Johnston-Lavis, H. J., Stromboli. Nature XLVII. 1893.

— — Enclosures of quartz in lava of Stromboli etc. and the changes in composition produced by them. Quat. Journal of the geol. Society of London. L. 1893.

1894. — — Dasselbe The geol. Magazine (4). Vol. I. 1894.

— — Sulla inclusione di quarzo nelle lave di Stromboli etc. e sui cambiamenti da ciò causati nella composizione della lava. Boll. Soc. geol. ital. XIII. 1894.

Sabatini, V., Sui basalti labradorici di Strombolicchio. ibidem.

1896. (Erzherzog Ludwig Salvator) Die Liparischen Inseln. VII. Stromboli 1896.

Riccò, A., Stato presente dei fenomeni endogeni nelle Eolie. Bollett. d. Società Sismologica Italiana. II. 1896.

Bergeat, A., Der Stromboli als Wetterprophet. Ztschr. d. deutsch. geol. Gesellschaft. XLVIII. 1896.

— — Der Stromboli. Habilitationsschrift. München 1896. (Gelangt in vorliegender Abhandlung in erweiterter Form zum Abdruck.)

1897. — — Mineralogische Mitteilungen über den Stromboli. N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1897. II.

Hovey, E. O., Ueber den gegenwärtigen Zustand des Stromboli. Briefliche Mitteilung. Nature LVII. 1897.

Uebersicht.

Einleitung: Besondere Bedeutung Strombolis unter den Liparen. — Allgemeine Form. Grösse. Bebauung. — Stromboli ist zweigestaltig. — I. Der Urkegel, die Somma des Stromboli. Der Urkegel stellt den grössten Theil der Insel dar. — Struktur des Kegels. — Eigenartige Thalbildungen an den Bergflanken und ihre Entstehung. — Lagerung und Natur der ältesten Produkte. — Spätere seitliche Ergüsse und Gangbildungen. — Submarine Tuffe. — Oertliche Verhältnisse in der Umgebung des thätigen Vulkans. — Entwickelungsgeschichte bis zur jetzigen Thätigkeit des Vulkans. — Die Sciarra, das Atrio del Cavallo, die Valle del Bove und das Thal von Taoro sind Bruchfelder. — Wahrscheinlichkeit eines wiederholten Einbruchs der Sciarra. — II. Der thätige Vulkan des Stromboli. Vulkanische Aeusserungen ausserhalb der Kraterterrasse. — Das bisherige Studium der Thätigkeit des Stromboli. — Die Kraterterrasse. — Veränderungen auf derselben in dem letzten Jahrhundert. — Zahl und Lage der Eruptionsöffnungen im Herbst 1894. — Schilderung der Thätigkeit Mitte Oktober 1894. — Unregelmässigkeit in der Wiederkehr der Explosionen. — Besteht eine gegenseitige Beeinflussung der Thätigkeit in den einzelnen Kratern? — Wahrnehmungen am Vulkan im März 1894 und nach dem Erdbeben von Messina am 16. November 1894, Veränderungen von 1894 bis Ende 1898. — Die „strombolianische Thätigkeit". — Vermutlicher Grund des gleichmässigen Verhaltens. — Paroxysmen. — Mallets Theorie. — Ist die Thätigkeit des Stromboli beeinflusst vom Wechsel des Luftdrucks? — Natur der jüngsten Produkte. —. Fumarolenprodukte. — Mineralienvorkommnisse. — Der Vulkan von der See aus beobachtet. — Strombolicchio und seine Mineralien.

Anhang: Einige Bemerkungen über die Inselprofile.

Eine geologische Beschreibung des äolischen Archipels darf mit Fug ihren Ausgang nehmen von Stromboli; wegen ihres merkwürdigen, noch jetzt thätigen Vulkans ist die Insel die berühmteste unter ihren Schwestern, sie ist es aber auch, von welcher die ganze Gruppe ihren Namen erhalten hat: denn bekanntlich war sie nach einer schönen Sage der Alten der Wohnsitz des Beherrschers der Winde, die Insel des Königs Aeolus. Unmittelbar an der von Neapel nach Messina führenden, verkehrsreichen Seestrasse gelegen, war der fast niemals ruhende Vulkan schon in uralten Zeiten ein Gegenstand der Bewunderung für Seeleute und Reisende, lange bevor der wieder erwachende Vesuv die Umwohner und die Bevölkerung des südlichen Italiens in Schrecken versetzte. Und jeder, der in einer klaren Nacht von Messina nach Neapel gereist ist, wird gern an das schöne Schauspiel denken, welches der nächtlich düstere Berg geboten hat: wie an seinem Gipfel nach grösseren oder geringeren Zeiträumen eine Feuergarbe emporschlägt, wie es mitunter nur in rötlichem Scheine aufzuckt oder die über dem Berge ruhenden Wolken für Sekunden in feuriges Rot getaucht sind, oder wie die Tausende von glühenden Schlacken, mit denen der Krater den Berghang überschüttete, den Anschein erwecken, als sei dort ein Lavastrom hervorgebrochen.

So hat denn die Insel schon in der ersten Zeit geologischer Forschung Gelehrte herbei gezogen; da sie in der guten Jahreszeit leicht erreichbar und ganz besonders geeignet ist, die eruptiven Phänomene auch im Kleinen aus nächster Nähe zu betrachten, so ist sie in der Folge von zahlreichen Geologen verschiedener Nation besucht worden und gehört heute, nachdem sich die Wissenschaft schon über ein Jahrhundert mit ihr befasst hat, wohl zu den wohlbekanntesten Orten des Mittelmeergebiets. Demnach möchte es fast scheinen, als ob sich dem bereits Geschriebenen kaum mehr etwas Neues über die geologischen Verhältnisse der Insel hinzufügen liesse; indessen hoffe ich doch keine unnötige Arbeit zu thun, wenn ich hier ein vollständiges Bild dessen entwerfe, was andere vor mir berichteten und was ich selbst während eines achttägigen Aufenthalts auf Stromboli (vom 10.—17. Oktober 1894) gesehen habe. Es wird sich dabei oft genug Gelegenheit bieten, neue Beobachtungen den alten anzureihen oder eigene Auffassungen fremden gegenüber zu stellen.

Von allen Seiten aus besehen erhebt sich die Vulkaninsel als ein fast ebenmässiger Kegel aus dem Meere; von Lipari aus bestimmte J. Schmidt[1]) seine Neigung an der Westseite zu 29,5°, auf der Ostseite zu 32,1°. Von jener Insel oder von der Küste Calabriens aus betrachtet, schaut er geheimnisvoll herüber in blauen Dunst gehüllt, und nicht immer ist auf seinem Gipfel die weisse Dampfwolke sichtbar, welche auf seine Thätigkeit hinweist. Gewöhnlich aber scheint sie vorhanden zu sein und oft die schirmförmige Gestalt anzunehmen, wie sie Schmidt (l. c. 230) abgebildet hat.

Als ich die Insel zum ersten Male von Lipari aus sah, glaubte ich einen kahlen Schutt- und Lavenkegel vor mir zu haben. Deshalb war ich überrascht, als ich bei meiner Annäherung einen zwar von tiefen, rauhen Schluchten durchfurchten, aber bis hoch hinauf bepflanzten Berg erblickte; nichts nahm ich wahr, was an eine vulkanische Thätigkeit gemahnt hätte. Nur hoch oben, nahe dem in steilem Absatz nach drei Seiten hin abbrechenden Felsgipfel, sieht man schwarze, vegetationslose Halden und rasch ziehen über ihn weg blendend weisse Wölkchen, die alsbald im Himmelsblau zerschmelzen.

---

[1]) 1874 S. 231.

Stromboli ist mit einer Oberfläche von etwa 12,5 qkm die viertgrösste der äolischen Inseln. Wie ein Blick auf die Karte lehrt, besitzt sie nicht die kreisförmige Gestalt, welche ihr im idealen Falle als einer Vulkaninsel zukäme, sondern diejenige eines ungleichschenkeligen Trapezes, indem sie in der Richtung nach Nordosten und Südwesten verbreitert erscheint. Hier wie dort breiten sich zu Füssen des Kegels sanft ansteigende Ebenen aus, auf denen die Hauptansiedelungen der Insel, im Nordosten S. Vincenzo und S. Bartolo, im Südwesten Ginostra reizend gelegen sind. Zwei Dritteile der Insel sind wohl kultivirt und zwar fast ausschliesslich mit Reben bepflanzt. Oberhalb der Region der letzteren gedeihen noch etliche Feigenbäume, oder man zieht dort Weidenstecklinge, welche später zum Binden der Reben dienen sollen, und an der Grenze der kultivierbaren Zone wächst endlich noch der giunco, das hohe Gras, welches dem Eingeborenen zur Herstellung seiner Zäune dient. Darüber, in einer Höhe von etwa *450 m[1]) (an der Ostseite gegen S. Vincenzo gemessen), überlässt der Mensch die Herrschaft dem Winde, der mit den schwarzen Aschen und Sanden des Vulkans spielt.

Ginostra scheint klimatisch gegenüber den beiden im Osten gelegenen Dörfern bevorzugt zu sein. Denn dort trifft man auch einen kleinen Hain von Oliven an und kommt scheinbar auch der Feigenkaktus besser fort als hier. Der Getreidebau ist kaum nennenswert; es bleibt vorzüglich der Weinstock, dessen Pflege neben dem Fischfang die Bewohner ernährt. Diese letzteren sind bekannt als tüchtige Seeleute. Bei den braven, fleissigen Menschen findet der Fremde eine herzliche Aufnahme und leidliches Unterkommen.

Wenn ich nun nach dieser allgemeinen Orientierung zur geologischen Schilderung der Insel übergehe, so ist zunächst hervorzuheben, dass dieselbe in zwei Hauptteile zerfällt, welche sich zu verschiedenen Zeiten gebildet haben, von einander stark abweichende geologische Beschaffenheit zeigen und für die Bewirtschaftung der Insel von sehr verschiedenem Werte sind: der eine ist der uralte Feuerberg, durch Vorgänge verschiedener Art bereits wieder teilweise zerstört, der andere ist der junge noch thätige Vulkan, der sich am nordwestlichen Abhange des ersteren angesiedelt hat. Beide stehen zu einander im gleichen Verhältnis wie die Somma des Vesuv zu dessen jungem Eruptionskegel. Wie eine Ringmauer schliesst der alte Inselkörper den jungen Vulkan von dem bewohnten und bebauten Teile der Insel ab, nur gegen Nordwesten geöffnet, so dass sich dort die jungen Eruptionsprodukte, Laven und Auswürflinge, mit den Wogen des Meeres berühren. Am Fusse des alten Kegels leben die Bewohner sicher und in Ruhe, ohne von der Thätigkeit des Vulkans ernstlich geschädigt zu werden. Nur die vom Gipfel des Berges weg ziehenden Wolken, des Nachts lichter Feuerschein, dann und wann das Donnern und Poltern der Explosionen, wobei auch die Thüren knarren und der Boden erzittert, erinnern sie für gewöhnlich an den Vulkan. Dann und wann aber schleudert der Schlund unter plötzlicher heftiger Erregung, die manchmal begleitet ist von beängstigenden Bodenerschütterungen, seine Projektile über die Umfriedigung, ja sogar bis ins Meer hinaus und die Leute sagen dann „schiattò[2]) lo Stromboli". Der dem jungen Vulkane zugewiesene Teil der Insel ist selbstverständlich eine vollkommen vegetationslose Wüstenei und mag etwa ein Zehntel der Oberfläche des Kegels einnehmen.

---

[1]) Die mit * bezeichneten Höhen wurden von mir mittels des grossen Naudet'schen Aneroids gemessen.
[2]) schiattare bersten.

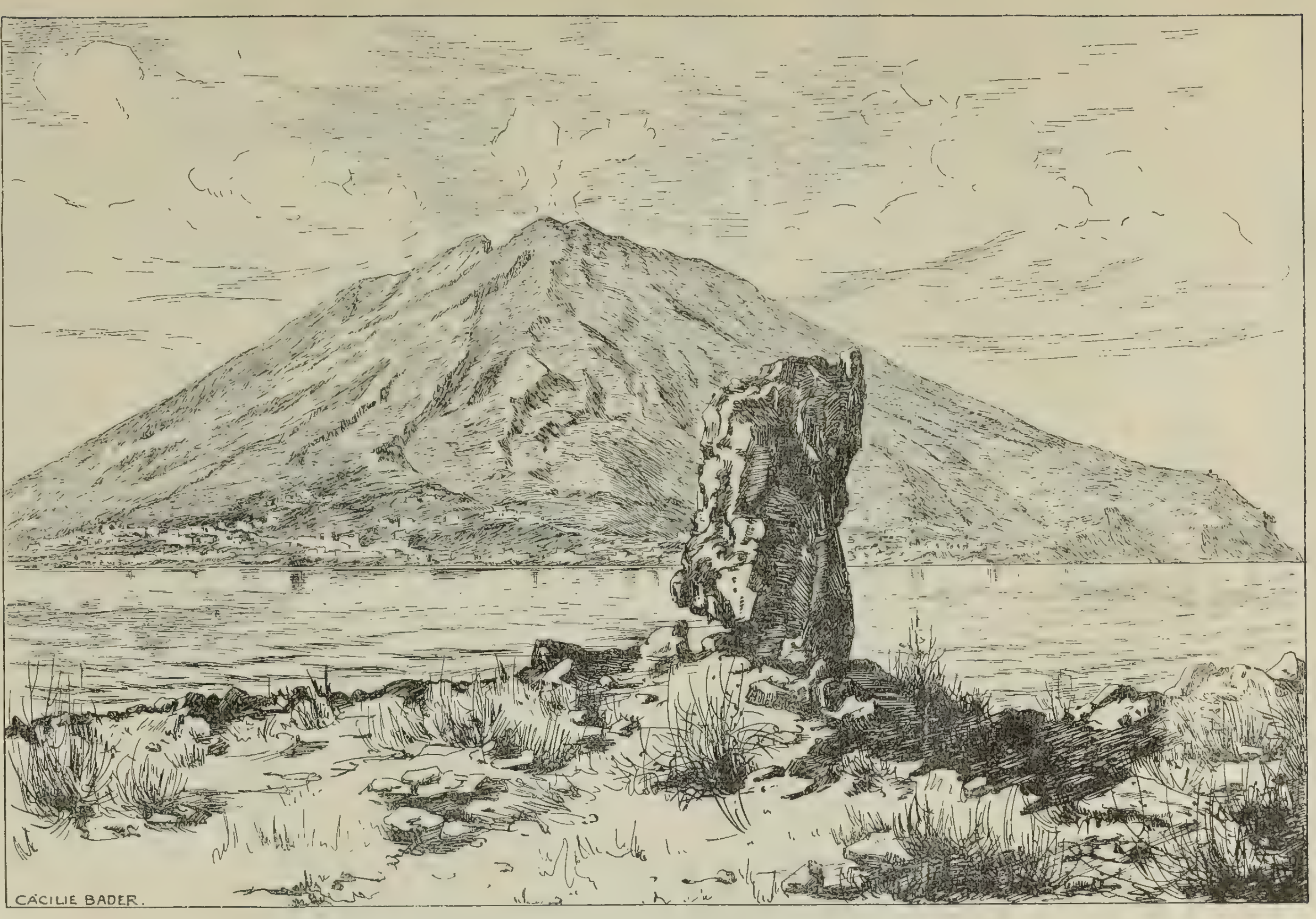


Fig. 1. Blick von der Plattform des Strombolicchio gegen S. Vincenzo.

Nach einer von Herrn Prof. Reid mitgeteilten Photographie.

So ist also Stromboli zweigestaltig, und eine Beschreibung der Insel wird deshalb zwei Teile, den alten Vulkan oder den Urkegel, welcher der Somma des Vesuv entspricht, und den jungen Ausbruchskegel gesondert zu besprechen haben.

I. Der Urkegel, die Somma des Stromboli.

Die ersten Anfänge des Stromboli, soweit der Vulkan wenigstens die heutige Meeresfläche überragt und der Untersuchung zugänglich ist, bestanden im Aufbau eines andesitischen Kegels, dessen Struktur vollkommen derjenigen der Vulkane von Salina entspricht und heute in der Felsmasse der Serra Vancori mit 926 m Höhe gipfelt.[1] Er ist es, der der Insel ihre regelmässige Gestalt verleiht und weitaus den grössten Teil derselben ausmacht. Der Mantel dieses alten Vulkankegels ist nur teilweise erhalten; denn an der Nordwestseite ist er durch ein Ereignis, über dessen wahrscheinliche Natur ich später noch sprechen will, verschwunden, und es befindet sich jetzt dort eine etwa rechteckige, von steilen Felswänden umrahmte Einsenkung, die am Gipfel der Insel beginnt, sich bis an das Meer hinab erstreckt und dortselbst einen Kilometer breit ist. Sie ist durchaus gebildet von vulkanischen Produkten, welche jünger sind als der Urkegel und stellt den Sitz der heutigen vulkanischen Thätigkeit dar.

Das älteste vom Stromboli geförderte Material besteht in andesitischen Laven und gleichartigen Auswürflingen, beide in Bänken von mehreren Metern Mächtigkeit mit einander wechsellagernd. Sie bilden, allerseits gleichmässig vom Gipfel abfallend, den Mantel des alten Kegels und beweisen durch ihre Lagerung, dass der Krater des letzteren auch wirklich in der Nähe des Gipfels sich befunden haben muss. Diese Wechsellagerung lockeren und festen Materials ist deutlich zu sehen an der Südostküste. Indessen sind am äusseren Mantel des Kegels gewöhnlich nur wenig Lagen aufgeschlossen, indem mitunter eine einzige Lavabank in kaum merklich abnehmender Mächtigkeit bis hoch hinauf die Flanke des Berges bekleidet. Diese ist besonders auf jener Seite aufgerissen von tiefen, steilwandigen und deshalb fast unzugänglichen Thalschluchten, welche mit fast gleichbleibender Breite sich bis in die Nähe des Gipfels emporziehen und dort durch einen breiten Steilabsturz abgeschlossen werden. Sie sind offenbar weniger verursacht durch die langsam auswaschende Wirkung der Regenwässer, als durch das fortwährende Herausfallen von Lapilli aus den lockeren Schichten und ein dadurch bewirktes, allerseits gleichmässig erfolgendes, blockweises Abbrechen der über jenen liegenden Lava. Steinfälle sind denn auch eine häufige und unangenehme Erscheinung am Ausgang dieser Thäler.

Die hauptsächlichsten unter den letzteren führen beim Volke die Namen Sciarrato di Ginostra, Valle del Monaco, Sciarratella della Lena, Vallone della Niepota, Forgia vecchia und Vallonazzo. Im kleineren, aber in ganz besonders schöner Weise wiederholen sich diese gerundeten, als breite Buchten eingeschnittenen Thäler nordöstlich von der Cima unter-

---

[1] Die Angaben über die Höhe der Serra Vancori oder, wie sie auch genannt wird, der Cima delle Croci, des höchsten Gipfels von Stromboli, gehen etwas auseinander. So verzeichnet die französische Seekarte 942 m, die englische 3090′ (= 942 m), die italienische Generalstabskarte 925,8 m, Hoffmann (1832 S. 2) 2775 Par. Fuss (= 902 m), Abich (1857 S. 394) 2778 Par. Fuss (= 903 m), Mallet (1874 S. 502) 2843′ (= 867 m), Smyth (wohl in dem von Mallet citierten Sicily and its Islands 1824) 2576′ (= 786 m).

halb des von S. Vincenzo aus sichtbaren Liscione, und gewähren dem nach Osten gekehrten Teil des Gipfels eine recht eigentümliche Skulptur.[1])

Die ältesten andesitischen Laven scheinen, wenigstens im Bereich des gegenwärtig aus dem Meere hervorragenden Teils des Vulkans, sämtlich dem Gipfel entquollen zu sein. Die Neigung der mächtigen, compakten Gesteinsplatten ist eine so beträchtliche, dass man sich darüber wundern muss, wie es möglich war, dass die geschmolzenen Massen ohne auffällige Aenderung ihrer Mächtigkeit in den unteren Regionen dem Vulkanabhange anhaften konnten. Ich mass den Einfallswinkel der Laven unterhalb des Liscione zu 31°, und eine ähnliche Neigung mag ihnen auch sonst allenthalben zukommen.

Am ausgezeichnetsten ist die Struktur des Kegels aufgeschlossen an der Felswand, in welcher der Gipfel der Insel gegen den jungen Vulkan zu abbricht; man erblickt dort, wie dies Tafel XIII veranschaulicht, eine grosse Zahl von Lavabänken, welche durch ihre schlackige Ober- und Unterseite von einander getrennt sind.

Die den Laven zwischengelagerten Bänke vulkanoklastischen Materials enthalten ausser Sanden und Aschen vorwiegend Lapilli und Bomben von schlackiger, bimssteinartiger oder ganz dichter Struktur. Letztere sind unregelmässig polygonal mit mehr oder weniger scharfen Kanten und ihr Vorkommen ist ausschliesslich auf die früheren Eruptionen des Stromboli beschränkt, während nach meiner Erfahrung der junge Vulkan nur noch koaksartige, basaltische Schlacken liefert, ganz entsprechend denen des Vesuv. Die alten Schlackenlapilli werden stellenweise bei S. Vincenzo aus dem Boden gegraben und an die nahen Küsten Italiens verfrachtet, wo man sie, wegen ihres geringen Gewichts zur Aufschüttung der flachen Hausdächer verwendet.

Gewissermassen die Bedeutung eines Wasserhorizonts gewinnen feine ältere Tuffe an der einzigen Quelle der Insel, an der auf dem südöstlichen Abhange des Berges gelegenen vielfach von früheren Reisenden genannten Schicciola.[2]) Sie befindet sich etwa 450 m hoch am oberen Rande der Forgia vecchia. Die älteren Tuffe sind dort überdeckt von jungen lockeren Sanden, unter welchen sich besonders der Thau zu sammeln scheint, um in jener Quelle zu Tage zu treten. Die Strombolesen sind stolz auf diesen Schatz, der sie auch zu Zeiten der grössten Dürre noch mit Wasser versorgt, das sie auch sonst dem Cisternenwasser bei weitem vorziehen. Sie dachten sogar schon daran, das Schicciolawasser nach S. Vincenzo zu leiten. Zur Zeit meines Besuchs hatte ich Mühe — es war nach fünfmonatlicher Trockenheit auf der Insel — die spärlichen Tropfen zu einem kärglichen Trunk zu sammeln.

Das Gestein des Urkegels von Stromboli ist seit Donatis bezüglichen Mitteilungen erst von Mercalli[3]) und von Sabatini[4]) eingehender beschrieben und mikroskopisch untersucht worden. Abich[5]) hat dasselbe auch chemisch untersucht und für das Gestein von der Serra Vancori einen Kieselsäuregehalt von 61,78 % festgestellt. Ohne mich hier auf eine nähere Beschreibung der verschiedenen am Urkegel auftretenden Gesteinsvarietäten einzulassen, sei nur hervorgehoben, dass dieselben zu den Pyroxenandesiten gehören

---

[1]) Bornemann, 1862, Taf. VII, S. 697. [2]) Houel S. 135. Dolomieu S. 120. Spallanzani IV, cap. XXIV, S. 121. Ferrara S. 238. Salino S. 159. [3]) 1890, S. 863 ff. Giorn. di Mineralogia II, 1891, S. 165. [4]) 1892. S. 85 ff. [5]) 1841, S. 112.

und manchmal Biotit, Hornblende und Hypersthen führen, dabei oft einen Olivingehalt erkennen lassen.

Während nach dem vorhin Gesagten die früheste Eruptionsepoche des Stromboli ausgezeichnet war durch den Ausfluss von Gipfelströmen, wird ein zweiter Abschnitt seiner Thätigkeit bezeichnet durch das seitliche Hervorbrechen von Laven, welche schon viel näher den Basalten als den Andesiten stehen, und durch Gänge von ganz gleicher Gesteinsbeschaffenheit, wie sie diese seitlichen Ergüsse zeigen. Die besondere Natur dieser Bildungen hat schon Hoffmann[1]) deutlich erkannt und ihrer Bedeutung für den Bau des heutigen Inselkörpers auf seiner Abbildung Strombolis und seiner geologischen Kartenskizze Ausdruck verliehen.[2]) Auch Abich[3]) hat bereits auf die besondere Stellung der Laven aufmerksam gemacht, welche als seitliche Ströme und Gänge von der Regione Lena zu S. Vincenzo bis an die Punta Lazzaro bei Ginostra im halben Umkreis der Insel nahe dem Meeresspiegel anzutreffen sind. Es ist wahrscheinlich, dass sie an den Seiten des etwa 3000 m hohen Kegels, von dem uns nur etwa das oberste Drittel zugänglich ist, eine sehr bedeutende Rolle spielen.

Die hier in Rede stehenden Basalte fallen schon durch ihren Habitus, durch ihre oft sehr dunkle Färbung, durch ihre grössere Frische und die durchschnittlich geringere Mächtigkeit ihrer Bänke vor den helleren, oft trachytartigen, meistens dickbankigen Andesiten des Urkegels auf. An der Nordostküste bilden sie den Untergrund der Uferebene von S. Vincenzo und S. Bartolo und treten dort zunächst als Klippen, später am Fruntonello und am Filo[4]) dei cani in mächtigen Felswänden auf: Diese zeigen dort ein prächtiges Beispiel für die Wechsellagerung von Basaltströmen, welche nur durch ihre schlackigen Ober- und Unterseiten von einander getrennt sind. Zwanzig je etwa einen Meter mächtige Lavenbänke, dazwischen ebenso viele Schlackenbänder von ähnlicher Dicke bilden am Fruntonello eine etwa 40 m hohe Wand und das Ganze ist durchsetzt von einem schönen Basaltgange.

Nahe S. Vincenzo beobachtet man diese Basalte hinter dem Postamte, wo sie in schlackigen, an Glimmer reichen Massen auftreten und den Fundort bilden für reizende Krystalle eines dem Magnesioferrit ähnlichen mit sehr viel Eisenglanz verwachsenen Minerals, auf welche ich später zu sprechen kommen werde; sie sind ferner gut aufgeschlossen in einem Steinbruche nahe der neuen Kirche von S. Bartolo und lassen sich auf dem Wege nach dem Semaforo[5]) über La Bronzo und westlich und südlich von diesem gegen den Rand der Sciarra, der Aschenhalde des jungen Vulkans, beobachten. An letzterer, die ausschliesslich von jüngsten basaltischen Bildungen, von Laven und Auswurfsprodukten des thätigen Vulkans bedeckt wird, erleidet jener Lavengürtel eine Unterbrechung; dafür aber begleiten, wie die Karte erkennen lässt, ganz ähnliche Bildungen in Form wenig mächtiger basaltischer Lavenbänke mit seewärts gerichtetem Einfallen den Rand der Sciarra-Einsenkung. Wo die letztere im Südwesten an die Serra grenzt, sind besonders schöne Gänge zu beobachten und als plattenförmige Klippen bis ziemlich hoch hinauf am Berge zu verfolgen. Der Durchbruch der Gänge durch die bankförmigen Laven ist scheinbar ohne eine bemerkenswerte Störung der Lagerung der letzteren erfolgt. Wendet man sich weiter nach

---

[1]) 1832, S. 14—15. [2]) l. c. tab. I. IV. [3]) 1841, S. 112.

[4]) filo bezeichnet eine senkrechte Felswand.

[5]) semaforo oder telegrafo, Signalstation zur Beobachtung der vorbeifahrenden Schiffe.

Südwesten, so findet sich dasselbe Gestein an den zahlreichen der Küste vorgelagerten Klippen, an den Steilwänden, über denen sich in einer Höhe von *23 m das Kirchlein von Ginostra erhebt, und ein Lavengang, welcher am Scalo del Pertuso, zunächst dem schlechten Landeplatz für dieses Dorf, schimmernd von kleinen, in seinen Poren sitzenden Eisenglanzschüppchen, ansteht, zeigt wiederum die gleiche Beschaffenheit wie die von ihm durchbrochenen Ströme. Zwischen dem Pertuso und der Punta Lazzaro habe ich die Steilwände nicht näher untersucht, glaube aber gleichwohl mit Hoffmann ein Auftreten der in Rede stehenden Seitenströme bis zu dieser annehmen zu dürfen. Die Verbreitung dieser jüngeren Bildungen aus der zweiten Eruptionsepoche des Stromboli, so wie ich sie im Westen der Insel am Timpone del Fuoco und in der Umgebung von Ginostra auf der Karte angegeben habe, dürfte eher grösser sein, als sie dort von mir skizziert wurde. Ueber die besondere Bedeutung, welche den am Rande der Sciarra auftretenden, im Vorhergehenden bereits erwähnten Gebilden zuzukommen scheint, werde ich weiter unten zu sprechen haben.

Die petrographische Beschaffenheit der soeben erörterten, von Gängen begleiteten Lavaströme ist nicht an allen Stellen ihres Auftretens dieselbe, indem sie den Augitandesiten bald näher bald ferner stehen. Beiderseits der Sciarra finden sich solche, welche durch einen Biotitgehalt ausgezeichnet sind, so am Timpone Labronzo, am Filo del cane, bei der Kirche von S. Bartolo, an der P. delle Chiappe, am Pertuso (Strom und Gang) und wohl noch an anderen Orten, deren Gestein nicht im Dünnschliff untersucht wurde. Von besonderem Interesse ist das Auftreten von Leucitbasaniten nahe den Steilwänden östlich und westlich der Sciarra. Ich stellte ein solches fest am Filo della Sciarra in *280 m Höhe, an der Terra del fuoco, an der Grotta delle palombe und am Pertuso bei Ginostra. Herr Dr. Glaser bestimmte den Kieselsäuregehalt des Gesteins vom Filo della Sciarra zu 51,35 %; für den biotitführenden Basalt von S. Bartolo habe ich 52,75 % Kieselsäure gefunden.

Die Schilderung der den Urkegel zusammensetzenden Gebilde möchte ich beschliessen, indem ich kurz noch die an einzelnen Stellen der Insel auftretenden, nach Corteses[1]) Vorgang als unterseeische Ablagerungen aufzufassenden Tuffe erwähne. Sie bilden den Kulturboden der Küstenebene von S. Vincenzo und S. Bartolo, und nach Cortese treten sie auch an der Punta Lazzaro und auf der kleinen, den südlichsten Teil der Insel einnehmenden Regione Lena auf, wo um eine entlegene Ansiedelung einiger Ackerbau getrieben wird. Ich habe dieselben nur an den Scari genauer untersucht, wo sie gegen das Meer zu eine steile Uferterrasse bilden, landeinwärts aber, z. B. an der Via Pezillo, durch die Regengüsse aufgeschlossen sind. Als gelbgraue horizontal geschichtete Massen ziehen sie sich bis zur Höhe von etwa 50 m am Berghang empor und enthalten neben bimssteinähnlichen Auswürflingen auch solche von ganz dichter Beschaffenheit und unregelmässig eckiger Form. Wie die mikroskopische Untersuchung mehrerer Lapilli letzterer Art ergab, sind dieselben echt basaltischer Natur.

Das Meer arbeitet Jahr aus Jahr ein an der Abtragung dieser wenig widerstandsfähigen Tuffe, und eine Anzahl halbzerstörter und verfallender Gebäude, freigelegte und aufgerissene Cisternenmauern am Uferrand erinnern an einen verderblichen Südsturm, der vor etwa 20 Jahren den letzteren in einer Breite von etwa 20 m weggerissen hat.

Bevor ich an die Beschreibung des jungen Kraters und der Erscheinungen seiner

[1]) 1892, S. 62.

eruptiven Thätigkeit herantrete, so wie ich sie während meines Aufenthaltes beobachtete, sollen hier einige nähere Mittheilungen über das örtliche Verhältnis zwischen dem Urkegel, der Somma des Stromboli, und dem thätigen Vulkan Platz finden. Die auf Taf. X gegebene Kartenskizze wird die hier folgenden Darlegungen erläutern. Bezüglich der Aufnahme des Kärtchens sei bemerkt, dass dieselbe mittels wiederholter Anvisierungen mit dem Compass und unter Benutzung einer Grundlinie geschah. Die Wahl der letzteren bot in dem ganz und gar coupierten Terrain in der Nähe des Gipfels grosse Schwierigkeiten, und die Basis musste kürzer genommen werden, als es sonst für die Genauigkeit der Skizze förderlich gewesen wäre. Indessen wird letztere immerhin den Zweck erfüllen, von der Beschaffenheit der höher gelegenen Teile der Insel ein anschaulicheres Bild zu bieten, als es bis jetzt die Beschreibungen gethan haben.

Es wurde bereits gesagt, dass sich die heutige Thätigkeit des Stromboli nicht auf dem Gipfel des Berges, sondern nördlich desselben über einer Einsenkung abspielt, die sich in etwa rechteckiger Form von der Nordwestküste bis an den Felskamm erstreckt, dessen höchster Gipfel zugleich die höchste Erhebung der Insel ist. Dieses Gebiet ist am Meere etwa 1 km breit, während die Entfernung des Serro Vancori vom nordwestlichen Strande (bei einer Neigung des Gehänges von etwa 35°) annähernd 1,9 km beträgt.

Besteigt man den Berg von Norden her, indem man zuerst der Küste bis zum Semaforo am Timpone Labronzo folgt, so steht man alsbald hinter diesem am Rande tief eingeschnittener, schwer zugänglicher Schluchten. Die Wände dieser letzteren werden von einer einförmigen Folge basaltischer, wenig mächtiger Laven gebildet, welche sich bis in beträchtliche Höhe mit gleichbleibendem Charakter hinaufziehen, so weit sich wenigstens vom Wege aus, der immer am östlichen Rande dieser Felswildnis hinführt, beobachten liess. Eine in etwa 280 m Höhe gesammelte Gesteinsprobe erkannte ich, wie schon gesagt, bei genauerer Untersuchung als einen Leucitbasanit und vermute, dass Laven gleicher Art am ganzen Steilabsturz und in den Schluchten grössere Verbreitung besitzen. Beim Anstiege öffnet sich einige Male ein Blick auf die schwarze Halde der Sciarra und auf die Thätigkeit des Vulkans, der schon jetzt deutlich mehrere Krateröffnungen erkennen lässt. Weisser Dampf entströmt denselben und dann und wann schiesst aus dem einen eine mächtige Säule glühender Massen empor, begleitet von Geräusch, das an einen Schuss aus einer gewaltigen Kanone erinnert. Unmittelbar darauf vernimmt man von der Sciarra her das Klirren der Lapilli, welche in weiten Sätzen, hinter sich Staubwolken lassend, dem Strande zueilen, um dort zum guten Teile ins Meer zu fallen. Deutlicher als es sich vom Wege aus beobachten lässt, zeigt die Karte in der Höhe von ungefähr 550 und 700 m zwei aus Lava gebildete von Osten her in die Sciarra sich hineinziehende Felswände; durch diese wird der östliche Teil der Einsenkung in drei Staffeln abgestuft. Ueber die Serra delle Chiappe lisce erreicht man die Laven des Urkegels und den Liscione (Lescuni, Crigna *863 m), den nordöstlichsten Punkt des aus Andesiten gebildeten, das gesamte rechteckige Einsenkungsgebiet im Südosten abschliessenden Felswalles. Von ihm aus ziehen sich verschiedene Felsriffe, die Reste der alten gegen Südosten einfallenden Lavaströme des Stromboli, überhöht und teilweise bedeckt von jüngeren Auswürflingen und Sanden, nach der Serra Vancori und nach der die Sciarra im Westen begrenzenden Steilwand; diese letztere besteht wieder, wie die Beobachtung von der See her ergab, in ihrem unteren Ende aus Basalten. Der Verlauf dieses Felsringes zeigt im Osten und Westen nahe dem Gipfel zwei bemerkenswerte Unter-

brechungen. Es sind zwei natürliche Thore, durch die der Fussweg von S. Vincenzo nach Ginostra in das Innere der Umfriedigung des Vulkans eintritt, um die unwegsamen, von wilden Schluchten zerrissenen Flanken des Berges zu vermeiden; bei schlechter See ist es nur auf dem sehr mühseligen Pfade, der beinahe den höchsten Gipfel erklimmen muss, möglich, von der einen Seite der Insel nach der andern zu gelangen. Der eine jener Passeinschnitte, die gegen S. Vincenzo gelegene Porta delle Croci (Passo Savoto), liegt *830 m hoch, der andere, die Porta di Ginostra (Porta Lutsch), überschreitet den Felswall in einer Höhe von *760 m und ist etwa 500 m westlich der ersteren gelegen. Vor dem Vulkane, in dessen Nähe der übrigens fast nie gefährdete Weg hinführt, hegen die Strombolesen eine abergläubische Scheu. Deshalb ist es schon seit langer Zeit ihre Sitte, dort oben kleine Kreuze mit sich zu tragen, die sie vor dem Eintritt in das „verrufene Thal" (s. u.) aus Rohr verfertigen und dann beim Austritte in die lockeren Sande stecken. Auch ich habe das, meinen Führern zu Gefallen, nicht unterlassen.

Die tiefe Einsattelung des Passo Savoto lässt den Kegel von Südosten her gesehen zweigipfelig erscheinen.

Ich habe soeben den Verlauf des äusseren Ringwalles beschrieben. Weit komplicierter sind die Verhältnisse in seinem Inneren.

Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass das von dem Ringwalle umschlossene Gebiet in zwei sehr verschieden geartete Teile, in einen grösseren unteren und einen kleineren oberen, zerfällt. Der erstere ist ganz von den lockeren Produkten und den Laven des noch thätigen Vulkans bedeckt und nimmt zwei Drittel der ganzen Einsenkung ein; sein höchstgelegener Teil ist der „Kraterboden" Abichs,[1]) eine Terrasse, auf welcher zur Zeit meines Besuches vier Krateröffnungen in Thätigkeit waren. Dieser „Kraterboden" oder, wie man vielleicht richtiger sagen dürfte, diese Kraterterrasse liegt nach Abich in einer absoluten Höhe von 2178 Fuss (708 m). Vom Meere aus betrachtet stellt dieser untere Abschnitt, die Sciarra (Sciarrazza, Sciarra del fuoco) einen Teil eines richtigen Vulkankegels dar. Ueber den dampfenden Kratern und Fumarolen sieht man wilde Klippen aufsteigen und diese gehören dem oberen Dritteile des von der Somma umschlossenen Gebietes an. Es sind vorzugsweise Tuffmassen, deren Herkunft, wie später noch ausführlicher erörtert werden soll, weder mit der Thätigkeit des jetzigen Vulkans, noch mit der Entstehung des andesitischen Urkegels etwas zu thun hat.

Schon Pilla[2]) machte darauf aufmerksam, dass die jüngsten Ausbruchsöffnungen nicht nur von einem, sondern von zwei Halbkreisen umgeben seien, wie dies auch auf der von mir gegebenen Kartenskizze zum Ausdruck gelangt. Man sieht hier, dass der zweite, innere, gleichfalls nach Nordwesten geöffnete Ringwall am Liscione seinen Ausgang nimmt und sich im Bogen hinüberzieht gegen die Porta di Ginostra, um dort in den westlichen Steilabfall überzugehen. In Gestalt eines dünenartigen, sehr scharfen Rückens, der vollkommen aus jüngsten schwarzen Vulkansanden zu bestehen scheint und die Andesitfelsen des Urkegels überragt, verläuft er vom Liscione nach der 918 m hohen Cima dello Stromboli, dem zweithöchsten Gipfel der Insel, der ganz und gar aus gelben alten Tuffen mit eingeschlossenen Auswürflingen basaltischer[3]) Natur zusammengesetzt ist und diese Beschaffenheit, wie mir scheinen will, auch mit dem östlichen Rücken gemeinsam hat; letzterer ist nur nachträglich

---

[1]) 1857, S. 392. [2]) Atti 1837, S. 102/103. [3]) Mercalli, Giorn. d. min. 1891, S. 175.

von jüngeren Bildungen verschüttet worden. Von der Cima senkt sich die Höhe des Walles allmählich gegen Westen unter gleichzeitiger Verflachung. Die flache Rinne, welche sich zwischen dem inneren und äusseren Ringwall hinzieht und deren Boden bedeckt ist von den Sanden und Schlacken der letzten Eruptionen, ist das schon früher genannte „verrufene Thal“.

Die Besteigung der Cima bietet den ersten Ueberblick über die Lage der Krater und ihre Thätigkeit. Sie stellt die höchste Erhebung und das Ende einer beiderseits steil abfallenden Mauer dar, die gezackt und zerrissen bis zur grössten und ältesten der thätigen Kraterőffnungen hinabzieht und dort im Filo del zolfo endigt. Dieser letztere hat seinen Namen von der Gewinnung von Schwefel, welche die Strombolesen noch vor dreissig Jahren dort betrieben; derselbe scheint nur auf der Insel als Mittel gegen die Rebenkrankheiten verwendet worden zu sein.[1]) Das mächtige, imposante Riff ist wie die Cima aufgebaut aus bunten älteren Tuffen; die schönen Diskordanzen der im allgemeinen gegen Norden einfallenden Bänke deuten darauf hin, dass die Tuffe wiederholten Ausbrüchen, wohl aus verschiedenen Oeffnungen, ihre Entstehung verdanken. Ganz ähnliches kehrt wieder am Torreone, der als steilabstürzende Klippe in einiger Entfernung südwestlich der Cima vom inneren Ringwalle aus vorspringt. Er endigt, wie dies eine Zeichnung Bornemanns[2]) und eine sehr schöne Photogravure bei Johnston-Lavis[3]) zeigen, in einer mächtigen Gangplatte. Ganz nahe dem Torreone befindet sich der Punkt, von welchem aus im Jahre 1894 die Ausbrüche des Vulkans am besten zu beobachten waren, nachdem infolge der Veränderungen, welche die Kraterterrasse seit dem Anfang des Jahres 1889 erlitt, ein Besuch dieser letzteren unmöglich geworden war. Ich bestimmte die Höhe dieses Platzes zu *873 m.[4]) Von dort aus machte ich die Wahrnehmung, dass sich unter dem inneren, wie sich vermuten lässt, aus älteren Tuffen bestehenden und erst nachträglich mit Sanden überschütteten Ringwalle, auch noch ein festes Felsengerüste befinden müsse. Wendet man nämlich den Blick nach Westen, so sieht man, dass nahe der Portella di Ginostra der Wall gegen Norden in eine steile Wand abbricht, welche ganz ähnliche Struktur zeigt, wie die Nordseite der Serra Vancori. Sie besteht nämlich aus einer Folge von zahlreichen, gleichmächtigen Lavabänken; da die nicht völlig senkrechte Wand schwach gebogen ist, so glaubte ich in einen mächtigen Trichter zu blicken. Ich hatte keine weitere Gelegenheit, den Verlauf dieser, übrigens scheinbar unzugänglichen, Felsmauer zu studieren; indessen glaube ich nach den vorhin erwähnten Abbildungen annehmen zu dürfen, dass dieselbe sich bald unter den alten, den Torreone und den Filo del zolfo aufbauenden Tuffen verliere. Sie scheint eins zu sein mit den S. 22 erwähnten, im östlichen Teil des Somma-Inneren auftretenden Laven und mit diesen zusammen einen zweiten felsigen Sommaring, einen inneren Bruchrand darzustellen, der nachträglich durch jüngste Ablagerungen wieder unkenntlich geworden ist.

Bornemann[5]) hat bisher die Topographie der älteren Bildungen des Stromboli am eingehendsten behandelt, und insbesondere durch Zeichnungen zu veranschaulichen gesucht. Die Cima hat er als „Hauptkegel“ bezeichnet und auch bei der Erläuterung seiner Tafel IX

---

[1]) Mercalli e Riccò 1892, S. 206. [2]) 1862, Taf. X. [3]) South-italian volcanoes. Taf. II.

[4]) Ich lege der Berechnung die auf der Generalstabskarte angegebene Höhe der Cima (918 m) zu Grunde. Ich selbst fand für diese 915 m.

[5]) 1862, S. 696.

dem Missverständnis nicht vorgebeugt, das sowohl jene Benennung, als auch seine Abbildung über das eigentliche Wesen des Gipfels erwecken könnte. Letzterer stellt sicherlich nur den Rest eines alten Kegels dar, dessen Krater vielleicht dem Hauptgipfel der Insel näher lag als dem gegenwärtigen Vulkanschlot und der ausserdem die Serra Vancori um einiges überragt haben muss, da die Cima nur 6 m niedriger ist als diese. In der Thätigkeit jenes Kraters erblicke ich eines der letzten Stadien in der wechselvollen Entwickelungsgeschichte des Inselvulkanes. Diese letztere möchte ich nun an der Hand des Dargelegten zu verfolgen versuchen, bevor ich auf die Schilderung der jüngsten vulkanischen Ereignisse und des noch thätigen Vulkans eingehe.

Leopold v. Buch[1]) hat den Urkegel des Stromboli für einen Erhebungskrater erklärt, in dessen Mitte sich der „Pic", der Eruptionskegel erhebe[2]); die ganze Folge andesitischer Laven und Agglomerate wäre dann durch eine in der Richtung seiner Axe wirkende Kraft aufgewölbt worden, der Kegel dabei an seinem Gipfel geborsten und von der jungen Oeffnung aus hätten sich dann nach allen Seiten hin, nahe dem Centrum am breitesten, gegen den Fuss des Kegels sich verlierend, Spalten geöffnet, die sich nachher mit Lava füllten und jetzt Gänge darstellten. In der von steilen Wänden umgebenen Einsenkung an der Nordwestseite könnten die Anhänger der Buch'schen Theorie den gewaltigsten Seitenriss, eine Erscheinung erblicken, die ganz dem Barranco de las Angustias auf der Insel Palma, in dem von Buch gedachten Sinne entspräche. Als Erhebungskrater wurde denn auch der alte Stromboli anfangs von Hoffmann[3]) und Pilla[4]) betrachtet, und auch Abich[5]) glaubte in ihm einen solchen zu erblicken. Später[6]) hat der erstere ausdrücklich auf Grund eingehenderer Ueberlegung seine frühere Ansicht widerrufen und er betonte, dass er im ganzen Gebiete der äolischen Inseln nichts gesehen habe, was die Theorie von den Erhebungskratern hätte stützen können. Es wird heute wohl kaum mehr eines besonderen Beweises bedürfen, um anzunehmen, dass sich der Stromboli von Anfang an ebenso durch Aufschüttung gebildet habe, wie dies die heute thätigen Vulkane vor unseren Augen thun.

Der alte Kegel erlosch, und es bereitete sich, wohl während einer langen Ruhepause, eine Aenderung in der Beschaffenheit der Laven vor, welche neuerdings zum Ausbruche gelangen sollten. Diesem letzteren ging die Bildung der Einsenkung an der Nordwestseite voraus, die ich von nun an kurzweg nach ihrem untersten Abschnitte die Sciarra nennen will. Ich habe früher schon angedeutet, dass ich die Sciarra für ein Bruchfeld halte; es dürfte indessen doch noch notwendig sein, mit einigen Worten diese Ansicht zu begründen, denn man kann über die Entstehung jenes Gebildes recht abweichender Meinung sein. Ich will im folgenden diejenigen in Erwägung ziehen und auf ihre Berechtigung prüfen, welche man wohl zunächst zur Erklärung der Sciarra geltend machen könnte.

a) Die Sciarra entspräche dem alten Krater[7]), der dann eine sehr beträchtliche Weite besessen hätte. Dem widerspricht aber sofort die Struktur des alten Vulkans, dessen Elemente so gelagert sind, dass der Krater nur in der Nähe des heutigen Gipfels sich befunden haben

---

[1]) Physik. Beschr. d. canar. Inseln. Ges. Schrift. III, S. 519.

[2]) Ueber die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungskrater. Abh. d. phys. Klasse der Berl. Akad. 1818—19. Berlin 1820. Ges. Schrift. III, S. 9—10.

[3]) 1832, S. 5. [4]) 1837, S. 103—104. [5]) 1841, S. 112. [6]) Hoffmann, 1833, S. 173.

[7]) So sagt Lapparent, Traité de géologie, 3. Aufl., I, S. 408. „.... ce cratère est percé, un peu au-dessous de la cîme, d'un cratère de 725 mètres de diamètre."

kann. Wenn auch von ihm keine Spur mehr erhalten ist, so weist doch alles darauf hin, dass man sich die Axe der ersten Eruptionen südlich der jetzigen Eruptionsaxe zu denken hat. Der alte Strombolikrater dürfte wohl kaum grösser gewesen sein als derjenige des Monte S. Angelo auf Lipari oder der beiden grossen Kegel von Salina.

b) Man könnte an ein mächtiges Erosionsthal denken, nachdem an der entgegengesetzten Seite dieser und auf den anderen Inseln die Thätigkeit der meteorischen Wässer — verbunden mit dem Verfall der wenig festen Massen — immerhin bemerkenswerte Spuren hinterlassen hat. Sieht man von vornherein von der Thätigkeit des Meeres ab, die hier nicht in Betracht kommen kann, so wäre die Ausnagung eines Thales von solcher Breite bei so geringer Länge und fast rechteckiger Gestalt an und für sich schon etwas unerhörtes. Sie wird noch viel unwahrscheinlicher, wenn man sich daran erinnert, dass gerade dieser Teil der Insel wegen des fast ausschliesslichen Vorwaltens basaltischer Laven besonders widerstandsfähig gegen Angriffe jener Art gewesen ist.

Dass gerade in der Sciarra, d. h. über dem seitlichen Riss, in welchem letztere aufgeschüttet ward, der Vulkan seine Thätigkeit wieder aufgenommen hat, lässt vielmehr darauf schliessen, dass die Entstehung jenes Risses mit dem Wiedererwachen der letzteren im engsten Zusammenhange stehe. Dabei könnte man

c) an eine gewaltige Explosion denken, welche die Nordwestflanke des Berges in die Luft gesprengt hätte. Dieser Ansicht ist Scrope[1]); nach ihm ist ein grosser Teil des Stromboli einmal „weggeblasen“ worden. Dies setzt einen ganz furchtbaren Paroxysmus voraus, die Wirkung einer plötzlich einsetzenden Kraft, welche mindestens auf einer Fläche von über $1^1/_2$ qkm angesetzt haben müsste, um die ganze unter der Sciarra liegende Masse zu zerschmettern. Denn es könnte sich wohl nur um eine einmalige gewaltige Explosion handeln, da nach Entstehung der ersten Oeffnung die Spannkraft der Gase voraussichtlich bald abgeschwächt worden wäre. Auf die Vorstellung derartiger Explosionen trifft man des öfteren in der Litteratur; Naumann[2]) betont geradezu die Möglichkeit einer Zerschmetterung und Zerstiebung der Vulkanwand durch einen solchen Vorgang, und es liegt mir fern, diese zu bestreiten, wenn mir auch kein sicher beglaubigter Fall bekannt ist. Das an der Sciarra fehlende Zehntel des Inselkörpers, diese Millionen Cubikmeter können indessen nicht ganz „weggeblasen“ worden sein; zugegeben auch, der grösste Teil der zerschmetterten Masse sei ins Meer gestürzt, so müsste sich doch der Rest in Gestalt häufiger, zerstreuter Blöcke auf der Oberfläche der Insel nachweisen lassen. Mir ist jedoch nichts bekannt geworden, dem ich eine derartige Herkunft zuschreiben möchte, die Oberfläche des Urkegels trägt keine weiteren Spuren einer solchen Katastrophe.[3])

Am meisten hat, wie ich dies schon andeutete, die Annahme für sich, dass man es hier mit einem Bruchfelde zu thun habe. Die Massen eines Vulkans sind dem glutflüssigen Magma, das stellenweise oder ganz und gar das Erdinnere erfüllt, am nächsten. Ihre Hänge können, besonders bei thätigen oder kaum erloschenen Vulkanen, als die dünnsten und deshalb schwächsten Stellen der Erdkruste betrachtet werden. Kleine Einstürze an Vulkanen erklärt Naumann[4]) damit, dass Schmelzhitze und die unterirdischen Explosionen der im Krater auf-

---

[1]) 1874, S. 534. [2]) Geologie 2. Aufl., II, S. 175.

[3]) Ich werde auf diese Fragen in der „Zusammenfassung“ nochmals zurückkommen.

[4]) l. c. S. 174.

und niederwogenden Lava im Innern der Vulkane grosse Zertrümmerungen und Aushöhlungen bewirkten, in welch letztere dann Teile des Vulkans hinabbrächen. Eine rasche Erschöpfung der Lava infolge eines heftigen Ausbruches dürfte wohl manchmal zur Entstehung eines Massendefektes unter dem Vulkan und zu einem Nachsinken seiner Wandungen führen. Zwischen den Schollen des Einsturzgebietes aber bieten sich Oeffnungen für erneute Ausbrüche.

Man hat es, nach meiner Meinung, an der Sciarra des Stromboli mit genau der gleichen Erscheinung zu thun wie am Atrio del cavallo des Vesuv, der Valle del Bove am Aetna, dem Thale von Taoro auf Teneriffa[1]) etc., die man sich schon frühzeitig als durch Einsturz entstanden dachte. Ueber allen ist noch einmal vulkanische Thätigkeit erwacht, vielleicht sogar der Einbruch unmittelbar von Eruptionen begleitet gewesen. Es wird sich späterhin bei der Beschreibung der anderen Inseln noch verschiedentlich Gelegenheit geben, auf gleiche Erscheinungen aufmerksam zu machen.

Man hat, noch in neuerer Zeit, für das Sciarrabruchfeld den Vergleich mit der Caldera und dem Barranco der Insel Palma herbeigezogen und dasselbe geradezu als einen „echten barranco“ bezeichnet.[2]) Nachdem nun aber die Sciarra gar nicht dem entspricht, was L. v. Buch mit letzterem Worte bezeichnen wollte, und nachdem ausserdem feststeht[3]), dass sowohl die Caldera wie der Barranco de las Angustias auf jener Insel mit vulkanischen Ursachen nichts weiter zu thun haben, sondern nur Erosionserscheinungen sind, so halte ich es für geboten, für solche Einsturzthäler am Hange von Vulkanen einfach von „Bruchfeldern“ zu sprechen.[4])

Die Wahrnehmung, dass sich innerhalb des grossen Felsringes, der die Krateröffnungen des Stromboli umschliesst, noch ein zweiter Steilabsturz befindet, dann das Auftreten von Laven basaltischer Natur (Leucitbasanite z.T.), welche die Sciarra im Osten und Westen flankieren und an ihrem Rande abgebrochen sind, macht es mir sehr wahrscheinlich, dass die Bildung dieses Bruchfelds von verwickelteren Vorgängen begleitet war, als es auf den ersten Blick erscheinen möchte. Nach meiner Ansicht sank bei einem ersten Einsturz ein Gebiet zur Tiefe, das beträchtlich grösser war als die heutige Sciarra; es umfasste ausser dieser letzteren noch die Basaltmassen an ihren beiden Seiten, mag also zwischen folgenden Punkten gelegen haben: Pa. Labronzo, Liscione, Serra Vancori, Porta di Ginostra, Timpone del fuoco. Die vulkanische Thätigkeit, welche sich alsbald über demselben wieder regte, förderte anfangs

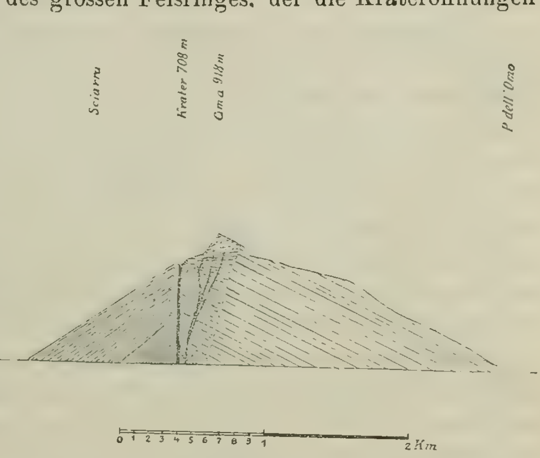


Fig. 2. Schemat. Schnitt durch Stromboli. Rechts die Andesite und Tuffe des Urkegels. In der Mitte (punktiert) die Tuffe und Gänge der ersten Basaltphase, links die Produkte des jungen Kraters (zweite Basaltphase).

[1]) v. Buch, Beschr. d. can. Inseln. Ges. Schrift. III, S. 405 f. K. v. Fritsch, G. Hartung und W. Reiss, Tenerife, geologisch-topographisch dargestellt, Taf. V. Dagegen glaubt Rothpletz (Peterm. Mitt. XXXV. 1889, S. 251), dass das Thal von Orotava (oder Taoro) ebenso wie die Valle del bove durch Explosion entstanden sei.

[2]) Mercalli, Giorn. di Min. 1891. [3]) G. Hartung, Betrachtungen über Erhebungskrater 1862, S. 27.

[4]) „Sciarra“ ist kein Eigenname, sondern heisst soviel als Schutt- und Geröllhalde; das Wort ist also schon wegen seines besonderen Sinnes nicht allgemein anwendbar.

eine grosse Zahl wenig mächtiger Lavaströme, später die lockeren basaltischen Produkte, von denen noch mächtige Reste in Gestalt der bunten Tuffe des Filo del zolfo, der Cima und des Torreone erhalten sind. Auch in den submarinen u. a. bei S. Vincenzo auftretenden Tuffen, welche die seitlichen Lavenergüsse bedecken, dürften die basaltischen Auswürflinge dieser Eruptionsepoche des Vulkans entstammen. Gänge scheinen zu verschiedenen Zeiten damals die Laven und Tuffe durchbrochen zu haben.

Eine zweite Katastrophe liess abermals einen Teil der Nordwestflanke des Kegels zur Tiefe sinken: es entstand der innere Steilabbruch, das verschwindende Stück war aber beträchtlich kleiner und umfasste nur die heutige Sciarra del fuoco. Um diese Annahme eines zweimaligen Einsturzes zur Thatsache zu machen, bedürfte es freilich einer genauen Untersuchung der den inneren Steilrand zusammensetzenden Laven; sie müssten gleichfalls Basalt sein. Sie scheint mir indessen einstweilen immerhin eine starke Stütze zu finden in dem Umstande, dass die dünnbankigen Laven, welche den Filo della Sciarra westlich vom Semaforo, jenes wild zerrissene Felsengebiet, zusammensetzen, sicherlich nicht von den Andesiten des Urkegels unterlagert werden; sondern sie haben sich daneben, also zwischen zwei Steilabbrüchen ergossen.

Ich glaube mich nunmehr den jüngsten Bildungen auf der Insel zuwenden zu dürfen.

II. Der thätige Vulkan des Stromboli.

Die eruptiven Erscheinungen des Stromboli spielen sich wohl schon seit langen Zeiten auf der Kraterterrasse an der Nordwestseite und darunter ab. Nur an der Cima und in ihrer Nähe treten zeitweise Fumarolen hervor, vielleicht die letzten Reste jener Thätigkeit, welche ihre Tuffbänke aufschüttete. Auf jene Dampfausströmungen will ich zunächst kurz eingehen. Aus der bunten, gelben und rötlichen Färbung oder aus der stellenweisen Bleichung des die Cima und den Filo di zolfo zusammensetzenden lockeren Materials vermöchte man bereits auf eine früher sehr lebhafte Einwirkung zersetzender Dämpfe schliessen, wenn nicht noch aus den letzten Jahren Berichte über eine solche vorlägen. Dolomieu[1]) und Houel[2]) sahen aus den Tuffen der Cima Rauch hervortreten, der Schwefel, Salmiak und Alaun bildete, Spallanzani[3]) erwähnt fünf „Zuglöcher"; in ihrer Umgebung war der Erdboden sehr heiss und man fand an ihnen Salmiak und Schwefelkrystalle. Auch aus dem verrufenen Thal erwähnt er Fumarolen. Die Exhalationen an der Cima sah auch 1855 Sainte-Claire Deville[4]), er nahm noch einen schwachen Geruch nach schwefeliger Säure wahr, ihre Temperatur war noch 80°. Gelegentlich des Ausbruchs von 1891 traten sie wiederum mit 60° auf, nachdem sie wenigstens 1888 und 1889 nicht zu beobachten gewesen waren.[5]) Zur Zeit meines Besuchs war wieder nichts mehr von ihnen zu sehen. Beiläufig sei erwähnt, dass man in S. Vincenzo mitunter auf schwache Fumarolen trifft, wenn man, wie z. B. bei dem Bau einer Cisterne, einige Meter in den Boden gräbt.

Nach diesen Bemerkungen will ich beginnen, in grossen Zügen ein Bild von der Thätigkeit des Vulkans zu entwerfen, die man seit Sainte-Claire Deville für eine von derjenigen der übrigen Vulkane stark abweichende, eigenartige gehalten hat, bis in der

---

[1]) S. 116—117. [2]) I, S. 133. [3]) II, S. 46. [4]) 1856, S. 609.
[5]) Riccò e Mercalli 1892, S. 206.

neueren Zeit dieser Glaube eingehenden Beobachtungen weichen musste. Immerhin ist ein genaueres Studium des Berges in dem Masse wie das des Vesuv oder auch nur des viel leichter zu erreichenden Vulcano wegen der etwas ungünstigen Verkehrsverhältnisse nicht möglich gewesen. Die Aufzeichnungen über die Thätigkeit des Berges sind daher auch bis zur Stunde noch lückenhaft, so dass jeder Beitrag neuer Beobachtungen wenn auch nicht wichtig, so doch von Interesse sein kann. Seit einigen Jahren sammelt das Ufficio meteorologico e geodinamico zu Rom Beobachtungen von den liparischen Vulkanen, um deren Studium sich besonders Mercalli verdient gemacht hat. Der Postmeister Renda in S. Vincenzo leistet dabei treue Hilfe und auch ein seismoskopischer Apparat zierte seine Amtsstube. Zur Zeit meines Besuches funktionierte dieser gerade zufällig nicht, weil die Uhr stillstand.

Der Stromboli gilt allgemein als einer der angeblich fortwährend thätigen Vulkane. Bylandt Palstercamp[1]) sagt z. B. mit vieler Bestimmtheit: „.... c'est à dire à plus de trois mille ans, que le Stromboli n'a jamais eu un seul jour de repos". Dass derlei nichts anderes ist als eine Phrase, hätte Bylandt aus seinem eigenen Buche bewiesen werden können; denn auf der vorhergehenden Seite sagt er selbst, dass der Vulkan nach dem Erdbeben von 1832 „eingeschlafen" gewesen sei, und nach den Mitteilungen von Hovey und Reid[2]) befand sich der Stromboli auch im Herbste 1897 in vollkommener Ruhe. Dass zu verschiedenen Zeiten über eine Thätigkeit des Berges berichtet wird, beweist nichts für die Stetigkeit derselben; während langer Jahrhunderte hindurch verlautet nichts von ihr, es wäre also nicht unmöglich, dass der Vulkan sich während grösserer Zeiträume ruhig verhalten, d. h. die Aufmerksamkeit nicht auf sich gezogen habe. Die spärlichen Nachrichten, welche ich über die Thätigkeit des Berges in früherer Zeit gefunden habe, seien hier zusammengestellt. Sehen wir ab von Homer, so ist Callias[3]) (300 v. Chr.) der erste, von dem die Eruptionen desselben erwähnt werden. Dasselbe thun Diodorus Siculus[4]), Strabo[5]), Plinius[6]), Pomponius Mela[7]), Pausanias[8]), Cornelius Severus[9]), Solinus[10]) und Martianus Capella[11]); ihre Berichte lassen erkennen, dass die Thätigkeit des Berges den Alten eine gewohnte Erscheinung gewesen ist. Im Mittelalter glaubten heimkehrende Pilger die im Fegfeuer gequälten armen Seelen aus dem Stromboli jammern zu hören; man wollte deutlich vernommen haben, wie sie die Mönche von Clugny um ihre Fürbitte anflehten, was den Abt Odilo 998 zur Stiftung des Allerseelenfestes veranlasst haben soll. Bondelmonte[13]) vergleicht 1422 die Thätigkeit des Vulkans von Nisyros (im ägäischen Meere), wo „sulphureus ignis die ac nocte eructat in altum", mit derjenigen des Vulkans Strongulus bei Lipari. 1558 erzählt Fazello[14]) von den unausgesetzten Ausbrüchen des Berges und dass man schon damals neben einem wohlkultivierten Teil einen solchen unterschieden habe, auf dem die Eruptionen keinen Pflanzenwuchs aufkommen liessen. Zu Clüvers[15]) Zeiten (1619) war der Vulkan sehr thätig, Kircher[16]) wagte 1638 aus Furcht vor ihm nicht, die Insel zu betreten. Zur Zeit des furchtbaren Erdbebens 1638 (Palmsonntag, 28. März) befand er sich auf der Fahrt von Milazzo nach Tropea.[17]). Er berichtet, dass schon vorher, am 27. März, der Aetna wie der Stromboli wahre Berge von Rauch ausgestossen hätten, so dass man weder

---

[1]) 1835, II, S. 301. [2]) Brieflich. [3]) Schol. Apoll. Arg. IV. [4]) Buch V. [5]) Buch VI, 276. [6]) Buch III, cap. 7. [7]) II, 7. 164. [8]) X, 11. 4. [9]) v. 436. [10]) cap. 12. [11]) Buch VI. [13]) S. 76. [14]) 1558, S. 6. 1574, S. 6. 1579, S. 4. [15]) S. 407. [16]) I, S. 179. [17]) I, praefat. cap. II.

die Liparen noch Sicilien mehr habe erkennen können. Dabei liess sich fortwährend ein unterirdisches Rollen und Krachen vernehmen, während man deutlich Schwefelgeruch verspürt habe. Als man sich dem Stromboli näherte, der durch seinen Rauch den Blicken entzogen war, hörte man nur das Tosen des Vulkans und die Luft war erfüllt von erstickendem Schwefeldampf; das Meer aber habe gekocht wie siedendes Wasser, und es sah aus, als ob Regentropfen auf die Oberfläche aufklatschten; und doch sei dabei heiterer Himmel gewesen. Während des Erdbebens am 28. habe der Stromboli in entsetzlicher Weise getobt, „totus enim ignibus oppletus videbatur, tanta copia, ut montes flammeos eructare videretur, spectaculum visu horrendum, et animo quantumvis intrepido formidandum.“ Kircher betont, dass diese Erregung etwas ungewöhnliches gewesen sei und dass sie mit dem Erdbeben zusammengehangen haben müsse. d'Orville[1]) sah 1727 den Berg Dampf und Feuer speien und „mare ingenti dorso adsurgere in eas partes videbatur.“ 1768 fand Hamilton,[2]) 1770 Brydone[3]) den Vulkan in Thätigkeit.

Houel, Dolomieu und Spallanzani sind die ersten gewesen, denen wir eine genauere Mitteilung über die Thätigkeit des Stromboli verdanken, und seitdem haben die ausserordentlich günstigen Verhältnisse in der Umgebung des Kraters es auch noch zahlreichen anderen Beobachtern ermöglicht, sein Treiben bis auf Kleinigkeiten zu studieren; den gediegenen Darstellungen Spallanzanis und Hoffmanns verdankt man überhaupt ein gut Teil dessen, was man über die intimeren Vorgänge im Innern eines Kraters weiss.

Wie alsbald auffällt und von verschiedenen Beobachtern auch berichtet wird, hat die Eruptionsaxe des Vulkans im Laufe der Zeit eine nordwestwärts gerichtete Verschiebung erfahren. Die Mündung des jetzigen Lavenschlots mag von derjenigen des alten andesitischen Lavenkanals in horizontaler Entfernung etwa 400—500 m entfernt sein.[4]) Die Stätte der heutigen Thätigkeit des Vulkans ist die schon früher erwähnte 708 m über dem Meere gelegene Kraterterrasse; westlich wird sie vom Torreone, östlich vom Filo del zolfo flankiert. Auf ihr liegen meistens ohne besondere Aschenkegel die Krater, an Zahl, Lage und Grösse sehr wechselnd; statt der Mehrzahl ist überhaupt sehr oft nur ein einziger vorhanden. Während meines Aufenthaltes wurde die Kraterterrasse durch die prächtigen Ausbrüche des einen der Krater buchstäblich so unter Feuer gehalten, dass ich kaum über den Punkt 873 vorgehen, noch weniger aber mich den Oeffnungen nähern konnte. Ich muss mich deshalb darauf beschränken, das mitzuteilen, was Abich[5]) dort unten gesehen hat. Er schreibt: „Am nördlichen Fusse jenes gekrümmten Schlackenwalles (nämlich des zwischen der Cima und dem Torreone verlaufenden Aschenrückens) bietet sich dem die eigentliche Kratertiefe erspähenden Blicke ein elliptischer hügeliger Raum, eine Art Absatz oder Terrasse dar, die etwa 1500—2000 Quadrattoisen (= 6000—8000 qm) Oberfläche besitzt; es ist der wahre Kraterboden des Kraterplateaus von Stromboli. — Der Nordrand desselben ist zugleich der des äussersten Abhanges des Eruptionskegels, der aus absoluter, nahe 1600 Fuss betragender Höhe steil und unterbrochen[6]) bis zum Meere sich hinabsenkt. Die

---

[1]) S. 4. [2]) 1773, S. 100. 1776, S. 51. [3]) I, S. 28 ff.

[4]) Demgegenüber klingt die kategorische Behauptung Devilles (1856, S. 606) unverständlich, dass die Eruptionsaxe beständig mit der des Kegels selbst zusammenfalle.

[5]) 1857, S. 394—395.

[6]) Muss wohl heissen ununterbrochen.

Brandung des letzteren übt fortwährende Angriffe auf die Basis jenes Eruptionskegels aus, deren Wirkungen aber durch die continuierlichen Auswürfe und periodischen Lavenergüsse des Vulkans nach dieser Seite hin compensiert werden.

Der so eben angedeutete Kraterboden ist aus einer Kruste mehr oder minder erstarrter schlackiger Lavamassen gebildet und stellt nun gewissermassen den beweglichen, mehrfach durchbohrten Deckel für den permanent offenen Verbindungskanal zwischen dem tief unter der Insel verborgenen vulkanischen Heerde und der Atmosphäre dar.“ Im weiteren[1]) schildert Abich die Bodenbeschaffenheit des Terrains, das äusserst uneben war und zahlreiche Spalten erkennen liess; aus diesen letzteren leuchtete heller Glutschein und strömte eine sengend heisse Luft.



Fig. 3. Die Kraterterrasse des Stromboli im Oktober 1894, von der Cima aus. Nach Skizze des Verfassers.

Unter der wechselnden Zahl der Kratere des Stromboli scheint einer bestanden zu haben, so lange als die Berichte zurückreichen. Denn allgemein wird ein grosser Kratertrichter erwähnt, der nahe dem Fuss des Filo del zolfo liegt[2]) und den auch ich sehr deutlich als die am weitesten östlich gelegene der im Oktober 1894 thätigen Mündungen erkannte. Für seinen Durchmesser werden mehrere zwischen 60 und 100 m schwankende Werte angegeben, seine Tiefe soll nach Cortese[3]) etwa 20 m betragen.

---

[1]) l. c. S. 398 399. [2]) Siehe die Abbildung bei Judd. [3]) 1892, S. 59.

Es ist nicht leicht, in den verschiedenen Berichten diesen einen Hauptkrater, der mir von den Führern als der „antico", der immer dagewesen sei, gezeigt wurde, mit voller Bestimmtheit wiederzuerkennen. Doch will es mir scheinen, als ob er im allgemeinen sich ziemlich ruhig verhalten habe, besonders wenn neben ihm noch weitere kleinere Oeffnungen bestanden, durch welche dann die heftigen Eruptionen vor sich gingen.

Der französische Maler Houel hat uns in seinem kostbaren Prachtwerk eine Reihe von sehr treffenden Bildern hinterlassen, welche bis in die jüngste Zeit als die besten Abbildungen aus dem Archipel bezeichnet werden mussten, leider aber scheinbar nur wenig bekannt geworden sind. Aus seiner klaren Schilderung und seinen hübschen Abbildungen dürfte sich bereits hier der antico erkennen lassen[1]); nach Houel bestand 1776 nur ein ziemlich grosser Krater, der glühende Steine mitunter bis zur Höhe von 60 m emporschleuderte. Das Schauspiel, wobei ein Teil der Auswürflinge in den Trichter zurückfiel, wiederholte sich in drei Stunden vierzehn Mal. Ausser der grossen Eruptionsöffnung gab es noch eine Unzahl kleiner Löcher, aus denen Dampf hervorblies. Die gleichen Verhältnisse traf Dolomieu im Jahre 1781 an.

Nach Spallanzanis[2]) merkwürdiger Abbildung des Stromboli scheint 1788 ein Krater in Thätigkeit gewesen zu sein, während ein westlich davon gelegener nur Rauch entsandte; zur anderen Seite sieht man zahlreiche Fumarolen. Nach dem Texte war die Reihenfolge eine umgekehrte.

Als Scrope[3]) 1820 die Insel besuchte, sah er zwei Krater, die ganz den von Spallanzani beschriebenen entsprachen: aus dem einen stieg nur Rauch unter lautem Rauschen empor, aus dem andern fanden die Auswürfe statt.

1830 gab es nach dem Berichte Donatis[4]) sieben Krater; der westliehste hatte 30 bis 40 Fuss Durchmesser und schleuderte alle Viertelstunden Lavafetzen bis zu 100 Fuss Höhe. Daneben war bemerkenswert die „Bocca grande", ein Krater mit weiter Oeffnung und grosser Tiefe, der sich im allgemeinen ziemlich ruhig verhielt, zu Zeiten aber auch in sehr heftige Paroxysmen verfiel. Er lag am weitesten östlich und ist wahrscheinlich nichts anderes als der „antico".

Bylandt Palstercamp[5]) hat den Stromboli am 11. September 1830 bestiegen und gibt von dem Gesehenen eine recht ausführliche Schilderung. Der Zustand des Vulkans scheint der gleiche wie zu Donatis Zeit gewesen zu sein. Der Vulkan hatte sieben besondere Oeffnungen, von denen vier elliptische Form besassen; die Gestalt eines besonders grossen und tiefen Kraters liess sich nicht genau unterscheiden, und die zwei letzten hatten überhaupt keine ausgesprochene Gestaltung. Jeder der Krater arbeitete auf besondere Weise. Bylandt schildert eingehend die Pracht der Eruptionen, die aber sicherlich nicht so schrecklich gewesen sind, wie seine abenteuerliche Zeichnung, aus der man sich unmöglich orientieren kann. Von besonderem Interesse wäre die Mitteilung, dass die Ausbrüche verschiedener Krater in regelmässigen Zeiträumen stattfanden, wenn nicht der Berichterstatter auch sonst sich des öfteren einer phantastischen Voreingenommenheit schuldig machte. Am weitesten links befand sich übrigens auch damals eine bocca, welche die anderen an Pracht der in längeren Zwischenräumen erfolgenden Ausbrüche übertraf.

---

[1]) I, S. 134. Taf. LXXI. LXXII. [2]) II, S. 54 und Taf. III. [3]) Volcanos, 1872, S. 32. [4]) 1830, S. 242. [5]) II, S. 303 ff. Taf. 14.

Hoffmann[1]) sah 1831—32 wiederum nur drei Krater; ein grosser, wahrscheinlich der „antico", mit reichlich 200 Fuss Durchmesser, dampfte nur gleichmässig. An einer viel kleineren Oeffnung, „wie der Schacht eines Hochofens gebildet, von etwa 20 Fuss im Durchmesser" stellte er seine Beobachtungen an, über welche er so trefflich berichtet hat. Aus einer dritten, etwas tiefer gegen das Meer zu gelegenen Mündung ergoss sich während Hoffmanns Aufenthalt ein kleiner Lavastrom.

Abich[2]) (1836) nahm sieben Oeffnungen wahr, die sich bis zum Besuch durch Sartorius von Waltershausen[3]) im Jahre 1839 erhalten zu haben scheinen.

Quatrefages[4]) gibt eine Beschreibung von sechs Oeffnungen, die er 1844 beobachtete. Die am weitesten rechts gelegene (der antico?) gab dicken Rauch und dazwischen Auswurf von Steinen, die unter eigentümlichem Geräusch in den Krater zurückzufallen pflegten. Daneben links gaben zwei andere nur Rauch von sich, die vierte und fünfte Oeffnung hatten alle 5—6 Minuten zu gleicher Zeit Eruptionen, während aus der sechsten am weitesten links gelegenen alle 10—12 Minuten besonders heftige Ausbrüche stattfanden; die Projektile dieses letzteren flogen manchmal noch höher als bis zum Gipfel „des unmittelbar darüber aufsteigenden Berges" (des Torreone?). Quatrefages bemerkt, dass alle Oeffnungen eine erhöhte Thätigkeit zeigten, sobald die 4. und 5. spielten, während sich die 6. vollkommen unabhängig verhielt.

Im Juli 1856 besuchten Deville[5]) und Bornemann[6]) den Stromboli. Damals gab es drei Krater; der eine warf fast ohne Unterbrechung kleine Steine aus, der zweite hatte einmal eine prächtige Eruption, der dritte, westlichste gab nur Dampf von sich. Aehnlich waren auch die Verhältnisse gewesen, als sie Deville im Oktober 1855 studiert hatte.

Mallet[7]) sah 1864 einen Krater, ebenso Fouqué[8]) 1865 und Judd[9]) 1874. Auch Cortese[10]) fand im Juli 1882 nur den Hauptkrater in Thätigkeit, dessen Durchmesser am oberen Rand er zu 100 m schätzte. Daneben zeigten sich auf der Terrasse zahlreiche Fumarolen. Im November desselben Jahres öffneten sich 100 m unterhalb des Kraters fünf Mündungen mit einer heftigeren Thätigkeit, als sie dieser zu zeigen pflegte; der Hauptkrater verhielt sich besonders damals auffallend ruhig. Anfangs Dezember schlossen sich die kleinen Oeffnungen wieder, und der antico kehrte zu seiner gewöhnlichen Thätigkeit zurück.[11])

Im September 1888, als Mercalli[12]) den Vulkan besuchte, existierte nur noch eine Ausbruchsöffnung, nämlich der Hauptkrater, dessen Thätigkeit ziemlich gemässigt war, gerade so, wie ihn auch Johnston-Lavis[13]) im Juni 1887 angetroffen hatte. Als Mercalli im Februar 1889[14]) zurückkehrte, war die grosse bocca fast unthätig; dagegen hatten sich am äusseren Rand der Terrasse drei Kegel gebildet, aus denen von einander unabhängige Eruptionen erfolgten. Die flüssige Lava erfüllte fortdauernd den Schlund des mittleren der neugebildeten Kegel bis fast an den Rand der Mündung, aus der ungefähr alle 10 bis 12 Minuten Schlacken ausgeworfen wurden, während aus einer seitlichen Oeffnung desselben Kegels sich langsam Lava ergoss. Die beiden andern Oeffnungen liessen keine glutflüssigen Massen sehen; ihre Eruptionen fanden in unregelmässigen Zeiträumen statt und waren besonders heftig an dem am weitesten westlich gelegenen Kegel.

---

[1]) 1832, S. 8; 1838, II, 524. [2]) 1857, S. 395. [3]) Der Aetna, I, 85. [4]) 1856, S. 610. [5]) 1856, S. 607—608. [6]) 1857, S. 471. 1856, S. 141. [7]) 1874. [8]) 1865, S. 564. [9]) 1875, S. 207. [10]) 1892, 59. [11]) Mercalli, 1885, 193—194. [12]) 1890, S. 863. Giorn. d. Min. 1891, S. 165. [13]) 1888, S. 13—14. [14]) l. c.

Sieben Monate später sah Johnston-Lavis[1]) wiederum fünf Oeffnungen.

Die zuletzt beschriebenen Verhältnisse haben sich seitdem kaum viel geändert; sie wurden seit ihrer Entstehung wieder beschrieben von Cortese[2]), von Silvestri und Arcidiacono[3]) und von Riccò und Mercalli[4]). Als die letzteren den Berg Mitte 1891 besuchten, waren die drei neuen, 1889 entstandenen Kegel verschwunden, die Oeffnungen aber waren geblieben, und so traf auch ich auf der Kraterterrasse vier Eruptionsöffnungen an. Der Zustand, in welchem sich der Vulkan im Oktober 1894 befand, datierte also aus dem Anfang des Jahres 1889, wo er während einer sehr heftigen, bis auf den 23. Oktober 1888[5]) zurückreichenden Erregung sich herausbildete. Die letzten Beobachtungsjahre sind überdies deshalb für die Kenntnis des Berges von Wichtigkeit, weil sie den unanfechtbaren Beweis der schon von Hoffmann[6]) berichteten, indessen von Deville[7]) bestrittenen Thatsache erbracht haben, dass der Stromboli auch Lavenströme entsenden könne, dass also, was die Art des geförderten Materials anlange, derselbe ruhig in die gleiche Reihe mit dem Vesuv und dem Aetna gestellt werden könne.

Ich habe im Obigen etwas eingehender die mir bekannten früheren Berichte über die Beschaffenheit der Kraterterrasse des Stromboli durchgenommen. Daraus ergab sich zunächst mit grösster Wahrscheinlichkeit die beständige Existenz eines Hauptkraters, des „antico“ oder der „bocca grande“ im Osten. Von Zeit zu Zeit, wenn der Stromboli barst („schiattò“), d. h. infolge von Paroxysmen, öffnen sich neue Mündungen, welche dann, wenigstens teilweise, an Erregtheit den Hauptkrater zu übertreffen pflegen. Dem Auftreten dieser Nebenkrater scheinen übrigens gewisse, in der unterirdischen Beschaffenheit der Kraterterrasse gegebene Vorbedingungen zu Grunde zu liegen, d. h. es scheint mir, dass die Paroxysmen dazu dienen, ständige, zu Zeiten der Ruhe verstopfte Lavakanäle im Westen des Hauptkraters wieder zu öffnen, so dass vielleicht auch die Neubildungen stets an der gleichen Stelle auftreten. Oder sollte die auffällige Aehnlichkeit zwischen den Berichten Bylandts und Donatis (1830), Quatrefages' (1844) und Mercallis (1889), dazu den von mir gemachten weiter unten mitzuteilenden Wahrnehmungen, insbesondere, was die Heftigkeit eines am weitesten westlich auftretenden Kraters anbelangt, nichts als Zufall sein? Endlich scheint es, als ob fast stets die Anordnung der Krater auf einer, wohl nicht ganz gerade verlaufenden, Spalte erfolge, die ich in den engsten Zusammenhang mit dem innern, die Sciarra querdurchsetzenden Steilabbruche bringen möchte. Diese Meinung hat sich mir, wie ich bemerken will, erst während der Ausarbeitung dieser Zeilen bei der Erinnerung an das Gesehene aufgedrängt. Sie bedarf des Beweises durch eingehende, bei der Ungunst des Geländes und der grossen Nähe des Kraters jedoch recht schwierige Untersuchungen. Ich halte aber den Gegenstand für interessant genug, um ihn späteren Besuchern zur Beachtung zu empfehlen.

Als ich am 11., am 14. und 17. Oktober 1894 den Vulkan beobachtete, erkannte ich am untersten Ende einer steilgeneigten, vom inneren Ring ausgehenden Halde vier Krater in der Verbindungslinie zwischen dem Fuss des Filo del zolfo und des Torreone. Nach Osten ging die Halde über in einen sehr deutlichen Wall, der, von dem grossen, rechts liegenden Krater ausgehend und nach Westen gebogen, zwischen sich und der Wand des Filo del zolfo eine halbkreisförmige Vertiefung einschloss. Ueber die Herkunft dieser

---

[1]) South Italian volcanoes. [2]) 1892, S. 61. [3]) 1889, S. 231. [4]) 1892. [5]) Silvestri 1888. [6]) 1832, S. 12. [7]) 1856, S. 606. 1857, S. 273. 1858, S. 345.

letzteren wüsste ich nichts zu sagen. Eine Annäherung an die Krater war wegen ihrer heftigen Thätigkeit nicht möglich. Dafür wurde ich aber entschädigt durch die Pracht der Eruptionen, die insbesondere am 11. Oktober eine Heftigkeit zeigten, wie sie während der normalen Thätigkeit des Vulkans nach allen vorliegenden Berichten nur selten in Erscheinung treten dürfte.

Der Hauptkrater rechts war selbst kaum sichtbar, da seine Oeffnung der See zugewandt ist. Dagegen erkannte man recht deutlich seinen höheren südlichen Rand; dort stieg beständig eine Rauchsäule auf. In dem Schlunde schien ziemlich thätiges Leben zu herrschen, denn man vernahm aus jener Richtung lebhaftes Geräusch. Rasch aufeinander folgten sich in Zwischenräumen von wenigen Minuten je 2—4 dumpfe Schüsse, vergleichbar solchen aus einer Kanone mit schwacher Pulverladung und dann gab es nicht selten einen kleinen Auswurf von Steinen, die niemals in grosse Höhe flogen und scheinbar zum grössten Teil wieder in den Krater zurückfielen. Niemals habe ich einen heftigeren Ausbruch aus jener Oeffnung wahrgenommen; der „antico“ zeigte überhaupt am meisten Ruhe, ich möchte fast sagen am meisten Würde von den vier Kratern.

Etwas weiter westlich (etwa 50 m) lag eine kleine Eruptionsstelle, deren Oeffnung kaum wenige Meter im Durchmesser halten mochte. Sie stiess, mitunter mit lautem Brausen, grosse Massen von Dampf aus. Nur wenig davon entfernt, sah ich einen kleinen Kegel, der gewöhnlich gleichfalls nur Dampf, mitunter auch glühende Lavafetzen in geringe Höhe aber unter langanhaltender Erregung auswarf. Zu Zeiten höchster Aufgeregtheit glich der Lärm dieser Eruptionen bald einem lauten Brüllen, bald klang es, als ob man riesige Eisenblechplatten gegeneinander schlüge oder wie ein heftig knatternder Donner, der unmittelbar auf einen niederzuckenden Blitz folgte. Das Getöse dieses einen kleinen Kraters war manchmal so heftig, dass man trotz der etwa 200 m betragenden Entfernung des Beobachtungsortes kaum die gesprochenen Worte verstand, der Boden bebte und rings der ganze Berg widerhallte. Es war ein Toben und Tosen, als sollte sich dort der Boden öffnen und in Stücke fliegen. Die grossartigsten Erscheinungen zeigte der von den übrigen Oeffnungen etwas abgelegene, etwas unterhalb der linken Ecke am Fuss des Torreone befindliche Schlund. Da er mir zunächst gelegen war, so konnte ich wenigstens von der Seite aus in ihn hineinsehen. In unregelmässigen Zeiträumen entstieg seiner Mündung wie einem riesigen, senkrecht gestellten Mörser eine mächtige braunschwarze Aschenwolke, aus der eine Säule glühender Lavafetzen bis zu einer Höhe von etwa 250 m emporschoss[1]); prasselnd und dampfend fielen sie in weitem Umkreis nieder und der Nordwind brachte unmittelbar darauf eine graue Wolke lästigen Staubs von der Sciarra herauf, wo die Schlacken nach dem Meere rollten. Im übrigen waren über die Kraterterrasse Fumarolen zerstreut, die mit leisem Rauschen schneeweise sich drehende Dampfwölkchen aushauchten.

Von einer ernsten Schönheit war das Schauspiel in der Vollmondnacht des 14. Oktober. Ueber dem „antico“ lag dann und wann heller Glutschein, die tosende Thätigkeit des dritten Kegels, in der stillen Nacht noch viel schauriger, förderte feurige Garben von glühenden Lapilli, etwa so, als ob man nasses Pulver langsam verpuffen liesse. Am prächtigsten aber waren auch jetzt die Ausbrüche des westlichen Schlundes. Sie bereiteten sich manchmal vor durch ein leichtes Brausen, das begleitet war von immer stärker werdendem und wieder

[1]) Die Stücke brauchten 10—12 Sekunden, um aus der grössten Höhe zum Boden zu gelangen.

verlöschendem Aufleuchten; dabei wurden mitunter zähe Massen glühender Lava bis an den Rand des Kraters gespritzt. Plötzlich schien es, als ob der Glutfluss sich in dem Schlunde höbe, er trat bis an den Rand, schien sich emporzublähen und mit einem lauten Knall, den wir mit pochendem Herzen erwarteten, entfaltete sich eine Feuergarbe gleich einem der Bouquets, die gewöhnlich den Schluss eines Feuerwerks bilden. Die Explosion erfolgte jedoch auch ohne jede Vorbereitung. Manchmal lag tiefe Stille über der ganzen Terrasse, bis plötzlich die rote Feuersäule emporstieg und den dunklen Abhang des Berges mit unzähligen Lichtchen besäete, die langsam erlöschten. Manche der Bomben müssen einen Durchmesser von einigen Metern besessen haben, denn sie strahlten noch sehr lange rote Glut aus.

Die Thätigkeit des Vulkans war am bemerkenswertesten am 11. Oktober, sie war geringer am 14. und schwach am 17. Mehrere Beobachter haben kleine Zeittabellen mitgeteilt, aus denen, wie schon jetzt betont werden soll, hervorgeht, dass die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Eruptionen keine gleichmässigen sind. Ich selbst habe am 11. Okt. fünf Stunden lang über sämtliche Erscheinungen, die ich wahrnahm, Aufzeichnungen gemacht, welche ich nach den vier Kratern, beim westlichsten (I.) beginnend, in der nachstehenden Tabelle wiedergebe. Es war mir erst nach einiger Zeit möglich, die Thätigkeit der einzelnen Oeffnungen auch nach den nur hörbaren Ereignissen genau zu unterscheiden; vor 1^{18} sind deshalb überhaupt nur die sinnfälligen Ausbrüche des I. wiedergegeben.

I.	II.	III.	IV.
11^{51}			
12^{1}			
12^{6} kleine Eruption			
12^{25} Rauschen			
12^{29} kleine Eruption			
12^{33} sehr heftig			
12^{56} heftig			
1^{1} kurz, heftig			
1^{18} sehr heftig, breite Garbe zu geringer Höhe ausgeworfen	1^{21}	1^{24}	
		1^{25}	
1^{29} schwach			1^{31}
1^{32} ziemlich heftig			
		1^{36} etwa 15 Sekunden lang	
1^{38} heftig			
		1^{39}	1^{40}
		1^{41}	
		1^{45}	1^{45}
		1^{48}	1^{48}
1^{49} mittelstark			1^{50}
		1^{51}	1^{51}
1^{52} nicht sehr stark			
	1^{53} wirft Schlacken aus	2^{1}	2^{1}
		2^{4}	2^{4}
2^{6} schwach			2^{7}
2^{10} schwach	2^{10} braust		
	2^{13}	2^{14}	
	2^{15}		2^{18}

I.	II.	III.	IV.	
2^{19} schwach			2^{20}	
			2^{20} vier Schüsse	
2^{24} stark		2^{28}	2^{29}	
	2^{30} mit Rauschen		2^{31} sehr schwach	
			2^{32} zwei heftige Schüsse	
			2^{37}	
			2^{39}	
			2^{40}	
	2^{43} mässig	2^{43} schwach		
2^{44} schwach			2^{44} zwei kurze Explosionen	
			2^{45} ebenso	
	2^{46} schwach		2^{47}	
			2^{48} zwei starke Schüsse	
	2^{49} wirft Steine aus	2^{49} macht sehr starken Lärm		
2^{50} schwach				Wind macht die Beobachtung schwierig
	2^{53} zischt			
		2^{54} schwach	2^{54} zwei Schüsse	
			2^{54} zwei Schüsse	
	2^{56} schwach			
3^{0} mittelstark, ohne Vorzeichen				Wind
3^{2} mittelstark				
		3^{8} schwach	3^{8} zwei Schüsse	
		3^{10} schwach	3^{10} deutliche Steinauswürfe	
3^{13} ziemlich stark	3^{13} schwach			
3^{15} grossartige Eruption mit sehr wenig Rauch		3^{15} schwach	3^{15} zwei Schüsse	
			3^{17} zwei Schüsse	
			3^{18} desgl.	
	3^{19} schwach	3^{19} ziemlich starkes Brausen		
	3^{20} schwach			
		3^{22} schwach		
	3^{23} ziemlich stark	3^{23-24} sehr heftig und lang	3^{23} desgl. wenig Steine	
		3^{31} heftig und andauernd	3^{31} zwei Schüsse	
			3^{33} ein Schuss	
		3^{35} ziemlich stark	3^{35} zwei Schüsse mit Auswurf	
	3^{37} schwach	3^{37} schwach		
		3^{37} wie eine Lokomotive, welche Dampf auslässt		
	3^{38} schwach	3^{38} schwach	3^{38} zwei Schüsse	
		3^{40} schwach	3^{40} desgl.	
		3^{43} schwach	3^{43}	

I.	II.	III.	IV.
		3^{44} schwach	
3^{45} hintereinander zwei starke Explosionen; die Lavafetzen werden über den Beobachtungspunkt hinaus geschleudert. Die grösseren bleiben als rotglühende Trümmer am Kraterrand hängen.			
		3^{49} schwach	
		3^{50} ziemlich heftig	3^{50} zwei Schüsse mit Auswurf
	3^{51} ziemlich stark		3^{51} sehr schwach
Die Lavafetzen am Rande des Kraters glühen noch.		4^{0} schwach	4^{0} zwei Schüsse mit Steinen
4^{4} sehr scharfe Eruption ähnlich der vorigen.			
		4^{8} mittelstark	
		4^{14} desgl.	4^{14} eine Explosion
		4^{15} desgl.	4^{15} mehrere Schüsse
	4^{18} Steinauswurf mit sehr viel Lärm	4^{18} sehr lärmend	4^{18} zwei Schüsse
		4^{19} sehr schwach	Unbedeutendes Geräusch
		4^{20} desgl.	
		4^{22} desgl.	
		4^{24} desgl.	
		4^{26} stark	
4^{30} mächtige, plötzliche Eruption mit sehr viel Rauch unterbricht die Stille.			
			4^{31} zwei schwache Schüsse
			4^{35} desgl.
	4^{36} Steinauswurf mit viel Lärm	4^{36} lärmend	
			4^{37} vier an Stärke abnehmende Schüsse
		4^{38} schwach	
		4^{39} desgl.	
	4^{40} schwach	4^{40} desgl.	4^{40} wenig Steine
	4^{42} desgl.	4^{42} desgl.	
	4^{45} desgl.		4^{45} vier Schüsse
			4^{49} ein Schuss
		4^{50} desgl.	4^{50} desgl.
4^{53} ziemlich heftig			

Diese Zusammenstellung verzeichnet alle Aeusserungen der vulkanischen Thätigkeit nur insoweit, als sie auf meinem 200—250 m entfernten Standpunkte mit Auge und Ohr wahrgenommen werden konnten. Sie ist also nicht ganz vollständig, indem sie nur die auffälligeren Erscheinungen wiedergibt. Sie lässt indessen jedenfalls zunächst so viel erkennen, dass in der Grösse der Zeiträume zwischen den Explosionen keine Gesetzmässigkeit besteht. Die Frage nach einer solchen ist früher viel erörtert, diese letztere ist sogar behauptet worden. Bei Naumann[1]) finde ich ein Citat nach Spallanzani, worin gesagt wird, dass die glühende Lava alle zwei Minuten gegen 20 Fuss weit heraufstieg und jedesmal, wenn sie ihren höchsten Stand erreicht habe, hätte sich ihre Oberfläche aufgebläht zu einer grossen Blase von mehreren Fuss Durchmesser, die zuletzt mit starkem Knall explodiert sei. Dieses Citat bezieht sich offenbar auf S. 40 und 46 der mir vorliegenden deutschen Uebersetzung des Buchs. An ersterer Stelle ist nichts von den zwei Minuten angegeben, sondern es heissst dort nur, „es folgten die Explosionen so schnell aufeinander, dass selten drei oder vier Minuten dazwischen verflossen.“ Der Zustand des antico war also damals ein ganz ähnlicher wie heute, wo sich fortgesetzt schwache und stärkere Explosionen in kurzen, aber jedenfalls nicht gleichen Zeiträumen folgen. Von den meisten Beobachtern, von Hoffmann,[2]) Pilla,[3]) Virlet,[4]) Biot,[5]) Deville,[6]) Bornemann,[7]) Scrope,[8]) Judd[9]) und Mercalli,[10]) wird von mehr oder weniger unregelmässigen Intervallen berichtet, welche zwischen der Dauer weniger Minuten und einer halben oder dreiviertel Stunden schwanken. Allerdings spricht Donati[11]) von einem kleineren Krater, nicht dem Hauptkrater, der von Viertelstunde zu Viertelstunde Eruptionen gezeigt habe. Ein weiterer Krater gab alle 20, ein dritter alle 40 Minuten Ausbrüche. Ich weiss nicht, ob Donati lange genug auf dem Vulkan geweilt hat, um die regelmässige Wiederkehr von so langen Zeiträumen wie 40 Minuten auch sicher festzustellen. Cortese[12]) hat ferner eine genaue Beschreibung von dem Zustande gegeben, in welchem sich der Hauptkrater im Juli 1882 befand. Er bestimmte die zwischen je zwei Ausbrüchen liegende Periode zu 20—30 Minuten, hat aber nur drei Eruptionen verzeichnet. Auf Grund seiner Beobachtung kommt er zu dem Schluss, dass eine gewisse Regelmässigkeit in den Perioden besteht und „die Ruhepausen zwischen den Erscheinungen (l' intermittenza dei fenomeni) charakterisierten den besonderen Zustand, in welchem sich gegenwärtig der Vulkan befände, der seinen Namen dieser Phase endogener Thätigkeit verliehen habe.“ Im März 1891 beobachtete Cortese neuerdings den Vulkan und verzeichnete für den westlichen, neuen Krater Intervalle von 9—45 Minuten. Auf jeden Fall dürfte es feststehen, dass den Ausbrüchen des Stromboli keine auffallende Regelmässigkeit zukommt, welche dieselben etwa in ähnlicher Weise zeitlich vorausbestimmen liesse, wie solches bei manchen Geysern Nordamerikas, z. B. am Oldfaithful der Fall ist.

Aus der Tabelle ergibt sich ferner eine auffallende Abhängigkeit der Eruptionen des II. von denen des III., die besonders deutlich in der zweiten Hälfte der Beobachtungszeit hervortritt. Uebrigens scheint auch die Thätigkeit des I. diejenige der beiden vorigen in gewissem Grade beeinflusst zu haben. Denn den drei heftigen Ausbrüchen jenes um 3^{45},

---

1) 2. Auflage I, S. 116. Siehe auch Laparent, Traité de geologie. 3. Aufl. I, S. 408. 2) 1832, S. 10—11. 3) 1837, S. 106. 4) 1858, S. 361. 5) 1856, S. 610. 6) 1856, S. 606—607. 7) 1857, S. 471· 1856, S. 141. 8) 1874, S. 535. 9) 1875, S. 208, 209. 10) 1881, S. 118. 11) 1830, S. 242—243. 12) 1892, 59 ff.

4^{4} und 4^{30} folgten auch auffälligere Erregungen dieser um 3^{51}, 4^{18} und 4^{36}. Die Thätigkeit des antico aber blieb stets durch die Eruptionen seiner Nachbarn unbeeinflusst. Es ist wohl nicht anzunehmen, dass die Lavenkanäle der vier Krater, welche so nahe neben einander liegen, auf grosse Tiefe selbständig niedersetzen, sondern es scheint mir viel wahrscheinlicher, dass sie gar nicht weit von der Oberfläche sich vereinigen oder, — was bei der lockeren Beschaffenheit des Bodens leicht möglich ist — durch seitliche Abzweigungen mit einander verbunden sind. Eine gleichzeitige Eruption aller vier Oeffnungen müsste schon dann erfolgen, wenn der Siedeprozess, die Bildung der Glasblasen, durch deren Empordringen und Platzen die Explosionen erfolgen, gerade unterhalb der Vereinigung der Lavenkanäle vor sich ginge. Da nun aber selbst die mächtigsten Ausbrüche des I. die Ruhe der übrigen nicht unmittelbar zu stören vermochten, so ist anzunehmen, dass jener Siedeprozess ganz nahe der Oberfläche, vielleicht nur wenig unterhalb der Krateröffnung stattfinden muss.

Um meine Mitteilungen über des Vulkans Thätigkeit zu vervollständigen, will ich zunächst noch erwähnen, dass ich auf der Fahrt von Messina nach Neapel in der Nacht des 27./28. März 1894 den Stromboli etwa eine Stunde lang beobachtete und keine regelmässige Folge der Eruptionen wahrnahm. Als ich kurz nach dem Erdbeben von Messina (16. November 1894), welches auch auf Stromboli einige Zerstörungen anrichtete, den Berg von Panaria aus (22. November) mit dem Fernglase beobachtete, sah ich während einer längeren Zeit überhaupt nur einen Ausbruch, ebenso zeigte er sich auch während meiner zweiten Ueberfahrt von Messina nach Neapel am 22./23. Dezember sehr still. Bald nach dem Erdbeben hatte mir der Wachhabende auf dem Semaforo bei S. Vincenzo geschrieben, dass die Thätigkeit des Berges ganz auffallend abgenommen habe.

Riccò[1]) hat den Zustand des Vulkans am 21./22. November 1895 beschrieben. Es bestanden damals noch die vier von mir näher bezeichneten Krater; die Existenz einer fünften, zwischen I und II, etwas unterhalb derselben gelegenen bocca war nicht ganz zweifellos. Die Thätigkeit hatte wirklich seit Oktober 1894 in allen Teilen abgenommen, und der „Nuovo" war zur Solfatara geworden.

Ueber den Zustand des Vulkans in der letzten Zeit liegt mir weiters eine freundliche briefliche Mitteilung des Herrn Prof. Reid in Baltimore und eine Notiz des Herrn Hovey vor, welche die Insel im Oktober 1897 besucht haben. Zum ersten Male wird von ihnen berichtet, dass sich der Stromboli im Solfatarenzustand befinde. Nach Hovey ist von dem westlichsten der von mir beschriebenen Krater nichts mehr zu sehen, die beiden mittleren geben nur noch reichlich Dampf von sich, während der „antico" kaum mehr solchen an seinem Boden aushaucht. Die bemerkenswertesten Dampfausströmungen finden am nordwestlichen Rande des „antico" und in der Umgebung der beiden mittleren Krater statt. Eruptionen wurden keine beobachtet und schienen auch seit längerer Zeit keine gewesen zu sein. So viel mir bekannt geworden ist, haben indessen noch Paroxysmen am 29. März 1895, am 13. Juli 1896, am 12. Februar und am 17. Juli 1897 stattgefunden.[2]) Endlich erhielt ich noch einen Brief des Herrn Chamecin auf Lipari vom 22. November 1898, worin er mir mitteilt, dass der Vulcan seit zwei Monaten wieder so thätig sei, dass man „alle Abend sein Feuer von Lipari aus sehr gut sehen könne".

---

[1]) 1896, S. 96 ff. [2]) Erzh. Ludw. Salv., S. 42, z. T.; und nach freundlichen Mitteilungen des Herrn Dr. M. Baratta in Rom.

Man hat versucht, dem Stromboli nach der Art seiner Thätigkeit eine besondere Stelle unter den Vulkanen anzuweisen und nach Devilles Vorgang geradezu von einer strombolianischen Thätigkeit gesprochen. Diese soll durch den Mangel von Lavaströmen und die fortgesetzte Förderung lockeren Materials charakterisiert sein. In der That scheinen, soweit wenigstens die während der letzten hundert Jahre angestellten Beobachtungen erkennen lassen, in diesem Zeitraum die grossen Ruhepausen, welche die Thätigkeit des Vesuv, des Aetna und des Vulcano auf längere oder kürzere Zeit unterbrechen, am Stromboli selten gewesen zu sein.

Wie schon früher gesagt, lassen die spärlichen Berichte über die Thätigkeit des Vulkans in früheren Jahrhunderten, denen begreiflicher Weise solche über seine Ruhepausen nicht gegenüberzustellen sind, keinen Schluss darauf thun, dass der Vulkan stets in Thätigkeit gewesen ist. Während des letzten Jahrhunderts — ein sehr kurzer Zeitraum in der Geschichte eines Vulkans — scheint der Stromboli nur selten ganz geruht zu haben, er verharrte in einem Zustand, wie ihn zu Zeiten auch der Vesuv und der Aetna zeigen. Im allgemeinen sind seine Eruptionen wenig heftig; Deville[1]) glaubte deshalb an ein allmähliches Erlöschen der Thätigkeit des Vulkans und sah in seinem Zustand ein Zwischenstadium, welches zu demjenigen einer Solfatara hinüberführte — um so mehr als er davon überzeugt war, dass der Stromboli in historischen Zeiten keine Laven mehr gegeben habe. Er hielt an dieser Ansicht fest, trotzdem schon Hamilton,[2]) Hoffmann,[3]) Scrope,[4]) Pilla[5]) und Sartorius von Waltershausen[6]) entgegengesetzte Beobachtungen gemacht hatten und Abich[7]) derselben bestimmt entgegentrat. Die Beobachtungen Riccò's und Mercalli's haben in neuester Zeit mit aller Sicherheit bewiesen, dass Deville sich im Irrtum befand; schon 1889[8]) ergoss sich Lava aus der Seite eines der neu gebildeten Kegel und 1891[9]) floss solche in mehreren Strömen bis an den Strand und ins Meer. Der Stromboli befindet sich eben bald, und zwar häufiger, in der strombolianischen, bald in der plinianischen Phase eruptiver Thätigkeit. So weit die Ueberlieferung reicht, hat sich die letztere niemals mit solcher Macht geäussert, wie sie, besonders nach Ruhepausen, bei anderen Vulkanen mitunter zu Tage tritt. Um einen oft angewandten Vergleich zu wiederholen, ähnelt der Vulkan einem geöffneten oder nur sehr schwach belasteten Sicherheitsventile. Nur in einem schwachen Puffen besteht gleichsam seine Thätigkeit, weil sich keine Gelegenheit findet, eine grössere Spannung für mächtigere Kraftäusserung zu sammeln.

Die Gründe für die Lebenserscheinungen eines Vulkans von seiner Entstehung bis zu seinem Erlöschen, für die grossen Ruhepausen in der Thätigkeit der einen, für die fortdauernden Eruptionen anderer, sind noch in Dunkel gehüllt. Man spricht wohl von einer Verstopfung des Lavenkanals, welche den Ausbrüchen für Zeiten ein Ende mache; es mag das wohl gelten, indessen ist es auch notwendig, dass sich die Energie des Vulkans schon so weit erniedrige, dass sie die in den Schlot stürzenden Massen von Schlacken nicht mehr zu entfernen vermag. Die Annahme Reyers,[10]) dass das Magma auch in gleichen Tiefen nicht von gleicher Beschaffenheit sei, sondern dass eine Schlierenbildung in demselben statthabe, dürfte manches erklären. Nach Reyer kann in kurzer Folge Magma mit recht ver-

---

[1]) 1856, S. 606. [2]) Campi Phlegraei S. 51, tab. XXXVII. [3]) 1832, S. 12, Taf. I, fig. 1. [4]) 1872, S. 334. [5]) 1837, S. 106 und 117. [6]) Aetna I, S. 85. [7]) 1857, S. 406. [8]) 1890, S. 863 ff. [9]) Riccò e Mercalli. [10]) Fysik der Eruptionen, S. 78, 106—108, fig. 3. Theor. Geologie, S. 81.

schiedenem Gasgehalt die Thätigkeit eines Vulkans nähren. Laven mit viel absorbiertem Wasser werden zerstäubt, sobald sie sich der Oberfläche nähern; ihnen können Schlieren folgen, die mit weniger überhitztem Wasser durchtränkt sind, die träge im Schlot aufsteigen, schliesslich erstarren und diesen verstopfen, bevor sie durch nachdringende wasserreichere Massen auf dem Wege der Explosion wieder entfernt werden können.

Auf eine plötzliche Entwickelung grosser Dampfmassen sind die Paroxysmen des Vulkans zurückzuführen. Gelangt eine an Wasser besonders reiche Schliere in den Vulkanschlot, so kann dieses in überhitztem Zustande bis in beträchtliche Höhen emporsteigen ohne in Dampf überzugehen; es findet ein ähnlicher Vorgang statt, wie wir ihn bei dem stossweisen Aufwallen der Schwefelsäure oder des Wassers wahrnehmen können, die wir in einem Glase kochen: eine Zeitlang vermögen wir die Flüssigkeiten zu überhitzen, bei geringer Erschütterung oder beim Umrühren tritt eine heftige, oft explosionsartige Blasenentwickelung ein. Aehnlich mag es sich bei den mit überhitztem Wasser durchtränkten Schlieren verhalten, wenn sie mit den Schlotwandungen oder etwa mit hineinfallenden kühleren Schlacken in Berührung kommen oder in den Bereich der Blasenentwickelung nahe der Lavenoberfläche gelangen.[1])

Die Paroxysmen des Stromboli sind meistens ziemlich harmloser Art; unter gewaltigem Geräusch, manchmal auch unter heftigen Bodenerschütterungen schleudert der Vulkan Aschen, Sande und Bomben aus. Die letzteren fallen meistens innerhalb des Ringwalles nieder, manchmal aber gelangen sie trotz ihres nicht selten bedeutenden Gewichts bis in die Weingärten des äusseren Bergabhangs, ja sogar bis hinaus in die See. Diese Erregtheit des Berges ist scheinbar immer nur von kurzer Dauer, sie führt indessen häufig zu einer starken Veränderung der Kraterterrasse, wobei neue Krater entstehen können und mitunter auch die Energie der Ausbrüche aus bereits bestehenden Oeffnungen sich ändert. Wenn die Strombolesen von „schiattare“, von einem Bersten des Berges reden, so meinen sie wohl die Oeffnung neuer Krater, d. h. ein Wiederaufklaffen der Spalte, über der sich die Bildung der letzteren wohl seit Langem vollzieht.

Als besonders interessant mag mitgeteilt werden, was Mercalli[2]) u. a. über einen Paroxysmus am 5. Februar 1879 berichtet wurde. Das Getöse war so heftig, dass man es bis über Vulcano hinaus, d. h. mindestens 45 km weit vernahm; das Meer war weithin bedeckt mit den ausgeworfenen Schlacken. Ein paar Fischer, welche sich gerade zwischen Stromboli und Panaria, etwa 4 Meilen (7 km) von ersterem entfernt, befanden, bemerkten, wie sich zu gleicher Zeit mit dem Vulkan auch das Meer beunruhigte, und es war, als ob sich eine Strömung gegen Panaria hin bewegte.

Den Mechanismus des Stromboli glaubte Mallet auf besondere Weise erklären zu müssen: er sah nämlich in seinem, wie er meinte, mindestens seit zweitausend Jahren unveränderten Treiben die kombinierten Thätigkeiten eines Geysers und eines Vulkans. Die Hauptsache sei der erstere; er beziehe aus dem Meere sein Wasser, und dieses würde erhitzt durch die Nähe des Glutflusses. Von der Seite her dränge in den Geyserschlot Lava ein, die dann mit den Wasserdämpfen in rhytmisch erfolgenden Explosionen zur Oberfläche gefördert würde. Nach allem, was man heute über die Thätigkeit des Stromboli weiss,

[1]) Vgl. darüber auch Mercalli, Atti soc. it. XXIV, 122. — Mario Baratta, Alcune osservazioni fatte sul Vesuvio il 21 giugno 1895. Boll. d. Società sismologica I, fasc. II. [2]) l. c., S. 106.

liegt kein Grund vor, ihm eine solche Sonderstellung unter den thätigen Vulkanen einzuräumen. Mallets Theorie hat denn auch alsbald nach ihrem Erscheinen Angriffe von Seiten Judds und Scropes und später noch durch den vorzüglichen Kenner der äolischen Vulkane, Mercalli, erfahren.

Auf einer alten Tradition, die mit ihren Wurzeln bis in die Sagenwelt des Altertums greift, beruht der Glaube, dass das Wetter, d. h. der Luftdruck, die Heftigkeit der Stromboli-Eruptionen beeinflusse. Die ersten Spuren davon erkennt man schon in Homers Erzählung von König Aeolus. Bei Strabo findet sich nichts Bestimmteres über die Sache erwähnt; er erinnert nur daran, dass auf Strongyle Aeolus gewohnt haben soll; um so ausdrücklicher vertritt er die landläufige, scheinbar aber doch schon damals von Manchem bestrittene Ansicht, dass die Heftigkeit der Ausbrüche des Vulcano (Hiera, Thermessa,) von Wind und Wetter abhängig sei.[1]) Für beide Vulkane hat sich der alte Glaube erhalten, Plinius, Solinus und Martianus Capella erwähnen denselben bezüglich des Stromboli. In der Jugendzeit der Geologie ist Dolomieu[2]) darauf zurückgekommen, Abich,[3]) Fuchs,[4]) Judd,[5]) Mercalli[6]) haben später mehr oder weniger unumwunden sich zu demselben bekannt, nachdem L. v. Buch[7]) und insbesondere P. Scrope[8]) ihm den Eingang in die Wissenschaft verschafft hatten. L. v. Buch sagt geradezu: „Ce fait (dass nämlich der Westwind die Stärke der Eruptionen und ihren Glanz erhöhe) est tellement connu des marins, qu'un naturaliste qui en douterait exciterait autant de surprise que celui qui voudrait contester le plus simple des mouvements réguliers de la journée." Allerdings haben auch Spallanzani[9]) und Mallet[10]) ihre Stimme dagegen erhoben. Ich habe bereits an anderer Stelle über diese vielverbreitete Meinung gesprochen, so dass ich mich hier um so kürzer fassen kann. Meine Barometerbeobachtungen gelegentlich der dreimaligen Besteigung des Vulkans haben ein Resultat ergeben entgegengesetzt dem, welches nach der bisherigen Ansicht zu erwarten gewesen wäre: ein abnehmender Luftdruck hätte nach letzterer eine Zunahme vulkanischer Erregung mit sich bringen müssen; statt dessen liess sich über der Kraterterrasse sehr deutlich eine Abschwächung der Eruptionen erkennen. Da ferner die Ausbrüche besonders stark im Winter sein sollten, so stellte ich alle heftigeren Eruptionen, soweit sie mir aus fremden Berichten bekannt geworden waren, nach Monaten zusammen, ohne mich indessen von einer Gesetzmässigkeit überzeugen zu können. Endlich ging ich den Luftdruckverhältnissen nach, welche nach Ausweis der Aufzeichnungen der meteorologischen Stationen zu Reggio und Palermo die seit 1881 bekannt gewordenen aussergewöhnlichen Erregungen des Stromboli begleiteten; dabei ergab sich, dass diese letzteren vorzugsweise bei günstiger Witterungslage, meistens bei einem über 760 mm liegenden Luftdrucke stattfanden. Wie zu erwarten war, ergab auch eine Berechnung, welche sowohl hinsichtlich der Tiefe, in der die Siedeerscheinungen unter dem Krater vor sich gehen, als auch hinsichtlich der Luftdruckverminderung der in Rede stehenden Tradition die

---

[1]) Buch VI, Cap. 2, 275—276. Siehe auch unter „Vulcano". [2]) S. 123. [3]) 1857, S. 395. [4]) 1865, S. 326. [5]) 1875, S. 149. [6]) Vulcani, S. 142; 1881, S. 120 f. [7]) Canar. Inseln; Ges. Schrift. III, S. 519. [8]) 1825, S. 53—54; 1872, S. 333—334. [9]) II, S. 17 ff. [10]) Proc., S. 514. Das Problem wurde im weitesten Sinne erörtert von S. Günther: Die Luftdruckschwankungen in ihrem Einflusse auf die festen und flüssigen Bestandteile der Erdoberfläche. Beiträge zur Geophysik (herausg. v. G. Gerland) II, 1894, S. 117 ff. — Zur Frage nach der mechanischen Aktion des Luftdrucks. Naturw. Rundschau. IX, 1894, S. 365 ff. — Ferner in seinem Handbuch der Geophysik. 2. Aufl., I. Bd., 1897, S. 383.

günstigsten Bedingungen zugestand, das Resultat, dass auch eine starke Luftdruckverminderung ohne merklichen Einfluss auf die Thätigkeit des Berges bleibe. Ich kam zu dem Schlusse, dass nur die Dampfbildung über dem Krater und an den Fumarolen einen Schluss auf die kommende Witterung ziehen liesse. Streichen kalte und feuchte Winde über dem Krater hin, so wird sich mehr „Rauch“ wahrnehmen lassen, als bei trockenem Wetter, wo die dem Krater entsteigenden Gase nur für kurze Zeit sich zu Dämpfen kondensieren, um alsbald wieder, in der Luft zerschmelzend, unsichtbar zu werden. Die bei feuchter Luft in verstärktem Masse auftretenden Dampfwolken liessen zugleich wie eine Wetterfahne die Richtung des über den Gipfel hinstreichenden Windes erkennen.[1])

Bevor ich den Blick von der Kraterterrasse des Stromboli abwende, ist es notwendig, noch über die Produkte des Vulkans einige Worte zu sprechen.

Das vom Stromboli geförderte Material ist basaltischer Natur. Während, wahrscheinlich nach dem ersten Sciarra-Einsturz, früher eine Zeitlang Leucitbasanite gefördert wurden, vermochte ich in den jüngsten Laven keinen Leucit nachzuweisen. Man wird sie einstweilen noch als doleritische Feldspatbasaltlaven bezeichnen müssen. Eine Reihe von Analysen hat nachstehende Resultate ergeben:

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	50,25	50,00	50,15	50,55
SO_3	—	Spur	0,64	—
Cl	—	Spur	0,06	—
P_2O_5	—	0,71	0,67	0,67
Al_2O_3	13,09	13,99	12,03	16,58
Fe_2O_3	—	5,13	9,07	8,18
FeO	10,55	9,10	6,53	—
MnO	0,38	0,42	0,82	—
CaO	11,16	10,81	10,52	11,45
MgO	9,43	4,06	3,88	6,10
Na_2O	4,92	3,02	3,08	3,15
K_2O		2,87	2,77	3,16
Glühverlust	—	0,24	0,24	0,06
Summa	99,78	100,35	100,46	99,90

I. Abich.[2]) Lava vom „Boden des Kraters“ 1836. sp. Gew. 2,8868.
II. Ricciardi.[3]) Lava von 1891.
III. Ricciardi.[4]) Asche von 1891.
IV. Dr. Glaser. Lava vom östlichen Teil der Sciarra del fuoco am Strande. Mit 0,29 % Seesalzen imprägniert.

[1]) Als ich das Schriftchen „Der Stromboli als Wetterprophet“ verfasste, war mir Mallets Arbeit nicht zugänglich. Ich möchte an dieser Stelle nachtragen, dass auch er sich bereits gegen den fraglichen Glauben mit kurzen Bemerkungen gewandt hat. Besonderen Wert hat seine Mitteilung über den damaligen (1864) Volksglauben. Die Leute wussten nur zu sagen, dass der Lichtschein über dem Krater bei gutem Wetter glänzender und weiterhin sichtbar sei, bei schlechter und kühler Witterung trübe sich der Schein und Wolken und Dampf hingen mehr oder weniger über dem Krater.

[2]) 1841, S. 122. [3]) 1892, S. 202. [4]) ibid., S. 205.

Aus II., III. und IV. ergiebt sich ein nicht unwesentlicher Kaligehalt, der mich anfangs das Vorhandensein des Leucits auch in den jüngsten Produkten vermuten liess. Nach dem mikroskopischen Befund rührte derselbe indessen von Sanidin her, den ich mit Bestimmtheit im Feldspatgemengteile des Gesteins zu erkennen glaubte.

Vergleicht man den Kieselsäuregehalt mit dem der älteren Basalte bei S. Bartolo (52,75%) und dem der noch älteren Andesite des Urkegels (61,78%), so ergiebt sich, dass die Laven des Vulkans erheblich an Acidität abgenommen haben.

Wie ich schon früher sagte, ist die Struktur der von dem heutigen Vulkane geförderten Auswürflinge die schlackig grossblasige, wie sie auch denen des Vesuv eigentümlich ist. Die grösseren, welche noch glühend zu Boden fallen, schmiegen sich wie breite, schwammige Fladen der Unterlage an und verändern diese nicht selten durch die Dämpfe, welche ihnen entströmen.

Ueber die Exhalationen des Stromboli hat bereits Spallanzani[1]) einiges berichtet, unter ihren Produkten erkannte er Schwefel und Salmiak. Den Geruch von Dämpfen des letzteren glaubte auch Pilla[2]) wahrzunehmen; die citrongelben Anflüge am Krater deutete er als Eisenchlorid und Schwefel. Die eingehendsten Untersuchungen über die Natur der Stromboliexhalationen verdankt man Abich[3]), der am 25. Juli 1836 zu den Kratern selbst hinabstieg und von dort eine grössere Menge Fumarolenabsätze mitbrachte. Am inneren Rande des Hauptkraters fand er 4—6 Fuss hohe „kuppelförmige Protuberanzen . . . . . unmittelbar über Querspalten aneinander gereiht, die radienartig zum Mittelpunkte des Schlundes disponiert waren.“ Diese Kuppeln bestanden zum grössten Teile aus Salmiak und liessen heisse Dämpfe entströmen, in denen Abich besonders deutlich schweflige Säure erkannte; ihre Wandung war 6—9 Zoll dick, und ausser dem die Hauptmasse bildenden Salmiak wies die Analyse noch Schwefelsäure und Schwefel, geringe Mengen von Eisenoxyd, von Kalk, Thonerde und Magnesia, endlich Spuren von Kali, Natron, Kupferoxyd, Nickel- und Zinnoxyd nach. „Das Nickeloxyd konnte bei einer Anwendung von 30—50 gr mit der grössten Bestimmtheit und in hinreichender Menge ausgeschieden werden, um durch Reduktion vor dem Lötrohr ein ausschmiedbares metallisches Metallkorn zu geben.“ Indessen gelang es Abich nicht, auch nur eine Spur von Bor nachzuweisen; letzteres wird von Cortese erwähnt.[4])

Deville[5]) glaubte das Fehlen von Alkalichloriden in den Fumarolenprodukten des Stromboli betonen zu müssen; Chlorwasserstoff und schwefelige Säure seien ausser Wasserdampf die einzigen gasförmigen Produkte desselben. Fouqué[6]) bemerkte nur geringe Mengen von Eisenchlorid und Salmiak, daneben schwefelige Säure und Chlorwasserstoff. Nach Mercalli und Riccò[7]) soll endlich auch noch Schwefelwasserstoff auftreten.

Der Stromboli besitzt nicht jene Berühmtheit als Fundort von Mineralien, welche z. B. dem Vesuv in so hohem Masse zukommt. Es sind nur drei, welche einer besonderen Erwähnung bedürfen: der schon von vielen Geologen erwähnte Augit aus den Aschen des Vulkans, der Hämatit und endlich, als neuer Fund, ein dem Magnesioferrit

---

[1]) II, S. 46. 56. [2]) 1837, S. 115. 116. [3]) 1857, S. 400 ff.

[4]) 1892, S. 59. Nach Cortese hauchen die Fumarolen „mit dem Wasserdampf Schwefel, Alaun, Salmiak, Borsäure etc.“ aus. Ausser an dieser Stelle finde ich bei keinem Berichterstatter irgend etwas über das Vorkommen der letzteren am Stromboli.

[5]) 1856, S. 609. [6]) 1865, S. 564. [7]) 1892, S. 205.

nahestehendes Mineral, von welchem ich während meines Aufenthalts eine grössere Menge erhielt und das ich bereits an anderer Stelle ausführlich besprochen habe.

Der Augit findet sich in grosser Menge am Südabhang der Cima dello Stromboli am Liscione und nahe der Porta delle Croci in den Aschen der Forgia vecchia, durch welche der Weg unter mühsamem Steigen nach der Porta emporführt. Er entstammt sicherlich schon sehr frühen Eruptionen, vielleicht sogar den alten Tuffen der Cima selbst. Auf der letzteren fand ich wenigstens eine angewitterte, alte Bombe, die zum grossen Teil aus solchem Augit und Plagioklas zu bestehen schien.

Die Krystalle besitzen eine matte Oberfläche, sind nicht selten mit Olivinkörnern und sehr häufig mit Schlackenresten verwachsen und werden — wenigstens nach den mir vorliegenden zu schliessen — kaum länger als 1—1,5 cm. Sie zeigen die gewöhnlichen Formen ∞ P ∞, ∞ Ᵽ ∞, ∞ P, P und dabei sehr häufig eine Zwillingsverwachsung nach ∞ Ᵽ ∞. Andere, gesetzlose Verwachsungen führen zu den bekannten kreuzförmigen Gebilden, welche von den Eingeborenen als Wunderdinge betrachtet und wohl auch mit der Thätigkeit des Teufels in dem nahen Vulkan in Beziehung gebracht werden. Ich möchte auch glauben, dass die Cima delle croci und die Porta delle croci ihren Namen von eben diesen Augitkreuzchen erhalten haben.

Der Hämatit von Stromboli wird zuerst von Spallanzani[1]) erwähnt. Er entdeckte prächtige Drusen davon oberhalb des Malpasso, südwestlich von S. Vincenzo, und hat sie ausführlich beschrieben; es waren blätterförmige, dünne Krystalle, die sich zu Gruppen, zu „metallischen Gebüschen“ von zwanzig und mehr Zoll Umfang vereinigten. Später wurde Eisenglanz von Stromboli von G. vom Rath[2]) und besonders ausführlich von Strüver krystallographisch untersucht. Der hauptsächlichste Fundort für denselben ist gegenwärtig wohl nach Mercalli[3]) die Schlackengrube hinter dem Hause des Postmeisters Renda, wo sich die dünnen, ungemein zierlichen Täfelchen und Lamellen nesterweise vorfinden. Charakterisiert sind dieselben nach vom Rath und Strüver durch die Zwillingsverwachsungen nach ∞ R, R und besonders durch das Zusammentreffen beider. Eisenglanz findet sich auch sonst in den älteren Basalten der Insel nicht selten, so am Pertuso unterhalb Ginostra, wo die Poren einer Lava erfüllt sind von schimmernden Blättchen dieses Minerals.

In der schon erwähnten Schlackengrube hinter Rendas Haus finden sich auch die schönen Krystalle eines magnesioferritähnlichen Minerals. Krusten und bis zu 3 cm lange verzerrte Krystalle und Skelettbildungen desselben bedecken dort bimssteinartige, sehr poröse Schlacken der biotitführenden Basalte. Neben reinen Oktaedern finden sich vierseitige, auf den Flächen durch eine Wiederholung der Oktaederkanten mehr oder weniger gestufte Säulen, oder seltener sechsseitige Gebilde, die entstanden durch eine wiederholte Ineinanderschachtelung von Oktaedern in der Richtung einer trigonalen Zwischenaxe. Durch Aneinanderreihung von Oktaedern in der Richtung der drei Hauptaxen entstehen Skelette von oft ausserordentlicher Zartheit. Die bekannten, von G. vom Rath[4]) genauer studierten Verwachsungen von Magnesioferrit mit Eisenglanz finden sich auch hier und zeigten sich besonders deutlich durch Aetzung eines Dünnschliffs, wobei die Spinellsubstanz gelöst wurde und der Hämatit zurückblieb. In gesetzmässiger Weise, parallel zu den Oktaederkanten,

---

[1]) II, S. 88 ff. Ferrara, S. 239, u. Karte! [2]) 1866, S. 30, Taf. I, Fig. 26. [3]) 1891, S. 171.
[4]) N. Jahrb. f. Min. 1876, S. 386.

durchziehen die Eisenglanzlamellen den Krystall in solcher Menge, dass derselbe nur zum geringsten Teil aus dem Spinell besteht; zudem ist die Oberfläche jenes bis in einige Tiefe von Eisenglanz gebildet.

Das Erz ist ein Fumarolenprodukt und, wie alle sublimierten Eisenerze entstanden zu denken durch eine Wechselwirkung von Wasserdampf und Eisenchlorid und -Chlorürdämpfen. Da der Eisenglanz sich auch als Einschluss in den völlig frischen Plagioklasen des Basalts findet, so schliesse ich daraus, dass jene Dämpfe im Glutfluss desselben gelöst waren und Erz und Gestein gleichalterige Bildungen sind. Der Olivin ist bis auf geringe Reste vererzt und ihm mag hier das im Mineral enthaltene Magnesium entstammen; es wäre dann durch Salzsäuredämpfe entführt und in der erwähnten Weise als Oxyd zur Abscheidung gelangt.

Eine Analyse, welche Herr Dr. Hilgenstock auf gütige Veranlassung des Herrn Bergrat Ledebur im Freiberger Eisenhüttenlaboratorium vorgenommen hat, ergab:

Fe_2O_3 = 94,68 %, FeO = 2,67 %, Al_2O_3 = 0,25 % (wohl der Gangart entstammend), MnO, MgO = 0,17 %, Gangart 1,48 %. Summe 99,25 %.

Von den Bestandteilen des von Gangart freien Erzes ist der erste, nach seiner Menge offenbar sehr schwankende, zum grossen Teil als Eisenglanz aufzufassen (ca. 90 %); als Rest bleibt ein Spinell übrig, der eine Mischung von vorwaltendem Magnetit (ca. 9 %) mit Magnesioferrit und Jacobsit (ca. 1 %) darstellt; dabei sei erinnert an die Zusammensetzung des von Knop[1]) beschriebenen, von G. Wagner analysierten Magnesioferrits vom Kaiserstuhl, der 54,07 % Eisenglanz umschliesst und nur zu 34,60 % aus reinem $MgFe_2O_4$ besteht, das durch etwa 12 % Magnetit und Mg und Mn haltige Al- und Mn-Spinelle verunreinigt ist. Eine eingehendere Schilderung des Minerals habe ich an anderer Stelle gegeben, auf die hiemit verwiesen sei.

Ich möchte Stromboli nicht verlassen, ohne den Leser noch auf der Barke nach der Sciarra del fuoco geleitet zu haben, von wo aus die Thätigkeit des Berges einen ganz einzigartigen Anblick bietet. An den Basaltwänden der Piscità, des Filo del cane, des Fruntonello vorbei, wo zahlreiche Lavaströme, da und dort von plattenförmigen Gängen durchbrochen, der Brandung die Stirne bieten, geht die Fahrt über das tiefblaue Wasser. Am wild zerrissenen Filo della sciarra gewahrt man zum erstenmale die schwarze Schlacken- und Aschenhalde der Sciarra, die so unwirtlich und düster wie eben nur der Aschenkegel eines brennenden Vulkans fast ununterbrochen unter 35° ansteigt. Es ist nur ein Teil eines Vulkankegels, der, rings umragt und überragt von Felswänden und Klippen in einer Nische des Urkegels untergebracht zu sein scheint; demgemäss tritt auch die Küste am Fusse der Sciarra, eine seichte Einbuchtung bildend, zurück. Nach oben zu endet die Halde in einem Aufsatz, der deutlich steilere Gehänge erkennen lässt und von den Fumarolen und Kratermündungen, kenntlich an ihren Dampfausströmungen und Schlackenauswürfen, gekrönt ist. Von diesem oberen Ende an bis ziemlich tief hinab schien mir der Abhang von Laven bedeckt zu sein. Ausserdem sieht man mehrere Felsriegel wohl z. T. die von Riccò und Mercalli erwähnten Lavaströme von 1891 bis an das Meer herabziehen, in das sie früher hineinreichten. Schwach gegen aussen gebogen zieht sich der Küstensaum am Fusse des Vulkans etwa 1 km weit hin und endigt zu beiden Seiten an steilen Vorgebirgen.

[1]) Der Kaiserstuhl im Breisgau, S. 17.

Die Lage der vier Krateröffnungen erkennt man alsbald an ihrer Thätigkeit; durch die besondere Art des Geräusches kann man auch hier unschwer herausfinden, welche derselben gerade sich in besonderer Erregung befindet. Am schönsten sind natürlich wiederum die Eruptionen des westlichsten Kraters: unter lautem Donner schleudert er seine Schlackenmassen empor, deren Glut trotz des Sonnenlichtes aus den braunschwarzen Rauchmassen erglänzt. Diese letzteren umhüllen die Klippen des Gipfels, und augenblickliche Stille tritt ein. Dann bemerkt man eine graue Wolke, die gegen den Krater emporzieht: es ist der Staub, den die auffallenden Projektile unterhalb desselben verursachen. Aus ihr hüpfen dann, zuerst ver-



Fig. 4. Blick von der Terra del fuoco auf die Sciarra. Nach Skizze des Verfassers.

einzelte, dann immer mehr Lapilli über das Gehänge dem Strande zu, anfangs in kleinen Sprüngen, dann in grossen Sätzen, und so oft sie den lockeren Boden berühren, steigt unter ihnen eine Staubwolke auf; diese unzähligen Wölkchen, ebenso vielen Fumarolen gleichend, die plötzlich aus dem Boden dringen, vereinigen sich bald zu Streifen und zuletzt zu einer dicken, schmutzigen Wolke, die der Nordwest dem Gipfel zuträgt, so dass die Aussicht auf den Krater sich verdüstert. Die Auswürflinge erreichen nur zum Teil das Meer: in weitem Bogen stürzen sie hinaus in das Wasser, das hoch aufspritzt wie von einem Geschosse getroffen, und die Sonne malt in dem über den Wogen schwebenden Wasserstaub ihren heiteren Regenbogen.

Zum Teil bleiben die Bomben am Ufer liegen und, vom Wellenschlag benetzt, entsenden sie Dampfwölkchen, so dass es den Anschein hat, als stiegen am Strande lauter Fumarolen auf.

Zum Schluss möge noch erwähnt sein, was Brydone[1]) (1776) über die Entstehung einer neuen Insel in der Nähe des Stromboli berichtet. Vor der Ausfahrt von Neapel hatte man dem Reisenden davon erzählt, es gelang ihm aber nicht, eine Spur einer solchen

[1]) I, S. 29.

zu entdecken; da auch späterhin von submarinen Eruptionen bei Stromboli nicht mehr die Rede ist, so muss man eine weitere Entscheidung über die Existenz eines unterseeischen Kraters in jener Gegend der Zukunft überlassen.

Strombolicchio (Stromboluzzo, Strombolino, La Pietra).

Etwa 1600 m von Stromboli entfernt liegt diese Klippe, eine Felsmasse, deren Höhe auf der Karte mit 55,6 m verzeichnet ist. Sie verdient hier eine kurze Besprechung. Es finden sich über den Strombolicchio bereits Mitteilungen von Abich[1]), Johnston-Lavis und Sabatini vor; ersterer hat das Gestein desselben chemisch untersucht und seine Zusammensetzung wie folgt gefunden:

SiO_2	=	53,88
Al_2O_3	=	12,04
FeO	=	9,25
MgO	=	8,83
CaO	=	7,96
$K_2O + Na_2O$	=	4,76
Flüchtige Teile	=	2,78
Summe	=	99,50 sp. Gew. = 2,9641

Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass das Gestein eine mehr oder weniger tiefe Zersetzung erkennen lässt. Dies gilt besonders vom Olivin, der in dem mir vorliegenden Schliffe grossenteils in Eisenerze und Serpentin umgewandelt ist. Ausser ihm nehmen noch hellgrüner Augit, Plagioklas, Magnetit, Biotit und endlich kleine, braune, durchsichtige Nädelchen, die ich für Hornblende halten möchte, an der Zusammensetzung des Gesteins teil. Im allgemeinen besitzt dieses einige Aehnlichkeit mit gewissen sehr plagioklasreichen, biotitführenden Laven, die westlich von S. Vincenzo am Fruntonello anstehen.

Sowohl die chemische wie die mineralogische Zusammensetzung weisen dem Gesteine seinen Platz zwischen Basalten und Augitandesiten an.

Johnston-Lavis hat gewisse Quarzeinschlüsse aus dem Strombolicchio-Gestein besprochen; ich vermute, dass sich schon zu seiner Zeit die Klippe in ihrem heutigen Zustand befand, der es ermöglicht, frische Gesteinsproben zu sammeln. Um nämlich ein Leuchthaus zu erbauen, hat man den oberen Teil des Felsens weggesprengt und eine Plattform geebnet, deren Höhe ich zu *43 m ü. M. bestimmte. An den frischen Sprengstücken fand ich in Drusenräumen reichlich Tridymit und Hornblendenadeln und an einer Reihe von Proben, welche ich mit mir nahm, entdeckte ich dann später noch eine weitere Anzahl von Mineralien, welche mir einer kurzen Besprechung wert scheinen.

Die auf den Drusen auskrystallisierten Mineralien sind, bis auf die Hornblende, deren Nädelchen bis über 2 mm lang werden, von grosser Zartheit und keineswegs Schauobjekte; es gelang mir erst nach einer mühsamen Untersuchung mit der Lupe und dem Mikroskope, in die zierliche Krystallwelt einzudringen, welche die Drusenwände überkleidet. Ich erkannte folgende Mineralien:

1. Hornblende, 2. Hypersthen, 3. Augit, 4. Biotit, 5. ? Anorthit, 6. Magneteisen, 7. Zirkon, 8. Tridymit.

Die vorstehende Reihe gibt zugleich die Altersfolge der Mineralien an, so wie sie sich bei der Kleinheit der Individuen feststellen liess.

---

[1]) 1841, S. 112.

Die Hornblende bildet schlanke oder untersetzte Säulchen von schwarzgrüner Oberflächenfarbe. Nur die kleinsten Individuen werden durchsichtig. In der prismatischen Zone herrscht ∞P weitaus über $\infty P \infty$ vor; unter den Endflächen ist $0 P$ am deutlichsten entwickelt. Ihre Farbe ist braungrün mit bedeutender Absorption und ähnlich derjenigen der kleinen im Gestein auftretenden, für Hornblende angesprochenen Nädelchen. Die Auslöschungsschiefe übersteigt jedenfalls noch den hohen Wert von 21^{0}, den ich unter dem Mikroskop an einem nicht orientierten Kryställchen beobachten konnte.

Der Hypersthen tritt in der Form auf, welche von Koch[1]) und später von v. Lasaulx[2]) als die eines eigenen Minerals, des Szaboits, besprochen worden ist. Der ausführlichen Beschreibung, welche dann J. A. Krenner[3]) gab, der zuerst das Mineral als Hypersthen erkannt hat, liesse sich nichts Neues hinzufügen; es sei dennoch eine kurze Charakteristik des Vorkommens vom Strombolicchio gestattet. Das Mineral ist sehr häufig auf den Drusenwandungen, welche von den rotbraunen, kaum 1 mm langen, spitzzulaufenden Blättchen wie gespickt erscheinen. Unter der Lupe erkennt man deutlich genug die von Krenner festgestellten Formen wieder. Demnach sind die Krystalle tafelförmig nach $\infty \breve{P} \infty$ und lassen in der Zone der Hauptaxe ausserdem ∞P und $\infty P \infty$ erkennen. Eine ausserordentlich zierliche Streifung parallel zu c kehrt auch hier auf $\infty \breve{P} \infty$ wieder. Weniger deutlich als die Flächen der Prismenzone sind die Pyramiden, deren Auftreten die Blättchen ihre Zuspitzung verdanken. Eine annähernde Messung der Winkel der Umrisse, welche ich unter dem Mikroskop vornahm, brachte aber auch hierüber Aufklärung. Die unter dem Mikroskop gemessenen Winkel von bezw. 140^{0}, 161^{0}, 80^{0} kommen den von Krenner[4]) für den Hypersthen berechneten Werten $139^{0} 53'$, $160^{0} 48'$, $80^{0} 14'$ so nahe, dass man eine volle Identität der am Strombolicchio-Hypersthen auftretenden Flächen mit denen des Vorkommens vom Aranyer-Berg annehmen darf; es sind demnach dort wie hier die Endflächen als $\frac{1}{2} P$ und $\bar{P} 2$ zu deuten, mit dem einen Unterschiede, dass an den Täfelchen vom Strombolicchio $\bar{P} 2$ sehr häufig allein, $\frac{1}{2} P$ höchstens untergeordnet auftritt, während am Aranyer-Berg das Verhältnis ein umgekehrtes ist. Demnach sind jene weit schärfer zugespitzt als diese.

Neben der schon erwähnten Streifung auf $\infty \breve{P} \infty$ erkennt man senkrecht dazu verlaufende dunkle Linien in geringerer Zahl aber grösserer Dicke, welche erst sichtbar werden, wenn bei starker Vergrösserung jene Streifen infolge Senkung des Objektivs verschwinden. Sie sind daher auf innere Einschlüsse zurückzuführen. Ob solche Einschlusstreifen auch in einer anderen Richtung, etwa parallel c oder parallel den Polkanten von $\bar{P} 2$ vorhanden sind, wie sie Krenner an seinen Hypersthenen sah, vermochte ich bei der Kleinheit und geringen Durchsichtigkeit der Täfelchen nicht mehr zu entscheiden. Die letztere ist zum guten Teil eine Folge von zahlreichen unbestimmbaren Einschlüssen, durch welche die Blättchen wie durchstäubt und trübe erscheinen; so weit sie durch oberflächliche fremde Auflagerungen bedingt ist, wird sie gehoben durch Behandlung mit warmer Salzsäure, welcher das Mineral auch nach längerer Einwirkung widersteht. Der auf dem Brachypinakoid wahrnehmbare Pleochroismus entspricht dem des Hypersthens; man sieht

$\parallel$ c gelblichgrün

$\parallel$ a rötlichgelb bis braun.

Dabei scheint der Kern stets heller zu sein als der äussere Teil des Krystalls; die äussersten Partien aber bestehen oft noch aus vollkommen farbloser, doppelbrechender und stark lichtbrechender Substanz, die des öfteren zu kleinsten Sonderindividuen krystallisiert; diese letzteren zeigen mit den sie tragenden Blättchen vollständigen Flächenparallelismus und gleichzeitige Auslöschung und sind sicherlich nichts anderes, als ein sehr eisenarmer rhombischer Pyroxen. Ausserdem sind dem Hypersthen häufig Magnetite aufgewachsen.

[1]) Tscherm. Mitt. 1878, I, 331 ff. [2]) Zeitschr. f. Krystallogr., III, 1879, 288. [3]) ebend., 1884, IX, 255. [4]) l. c. Taf. IX, Fig. 2.

Den Augit erkannte ich unter dem Mikroskop in dem Pulver, welches ich mit der Messerspitze aus einer Druse geschabt hatte. Ich fand verhältnismässig grosse Splitter von grüner Farbe und lebhaftem Pleochroismus, die vielleicht dem Gesteine selbst entstammen mochten. Daneben aber erblickt man sehr kleine, gelblichbraune, stark licht- und doppelbrechende kurzsäulenförmige Kryställchen, die ich nach dem Betrag ihrer hohen Auslöschungsschiefe gleichfalls für Augit halten möchte. Sie sind zu ästigen Gruppen verwachsen und sitzen dem Anorthit (?) auf oder sind in ihn eingewachsen. Einer schwachen Lupe würden die kleinen Kryställchen als ein amorphes, von Zersetzung herrührendes Pulver erscheinen, wenn nicht da und dort eine Krystallfläche leuchtete. Gegen Salzsäure sind sie beständig.

Biotit in dünnen, gelblichbraunen Blättchen gehört zu den weniger häufigen Erscheinungen.

Eine Hauptrolle, nicht wegen der Grösse sondern wegen der Menge der Individuen spielt ein Mineral, das ich am ehesten für Anorthit halten möchte, ohne dessen ganz sicher zu sein. Die Kryställchen besitzen Glasglanz, sind wasserhell, schwach lichtbrechend, optisch zweiaxig mit einer Doppelbrechung, die für Orthoklas fast zu hoch erscheint. Die mehrfaeh unter dem Mikroskop vorgenommenen Messungen haben zu keinem entscheidenden Ergebnis geführt. Mattglänzende, kaum einen Millimeter im Durchmesser haltende, dreiseitig tafelige Krystalle von schwarzer Färbung möchte ich für Magnetit halten; sie sind unmagnetisch, da sie, wie sich unter dem Mikroskop ergiebt, bereits in Brauneisen umgewandelt sind.

Von besonderem Interesse sind winzige, höchstens $^2/_3$ mm lange, dabei jedoch recht wohl ausgebildete Zirkone. Sie sind lachsrot durchsichtig, und auch die zartesten Kryställchen verraten sich durch ihren stehenden Diamantglanz. Weitaus vorwiegend entwickelt sind P und ∞P; daneben erkannte ich im Goniometer noch eine steilere Pyramide. Den Polkantenwinkel mass ich zu 123° 20′ (statt 123° 19′), wodurch die Identität des Minerals mit Zirkon sicher gestellt ist. Sehr häufig ist der Tridymit; er bildet teils wasserhelle, teils trübe, gelblich weisse kugelige Gruppen von der Grösse eines Stecknadelkopfs bis zu der eines Hirsekorns, die Individuen erreichen kaum Durchmesser von 1 mm.

Ich möchte den späteren Besuchern Strombolis eine eingehende Durchsuchung des Strombolicchio-Plateaus dringend empfehlen; es lässt sich dort sicherlich noch mancher hübsche Fund thun.

Bemerkungen zu den beiden Inselprofilen.

Man nennt wohl den Stromboli einen der kleineren Vulkane; man denkt dabei leichthin nur an seine geringe absolute Höhe von 926 m. In Wirklichkeit hat man einen gewaltigen Kegel vor sich, der sich als solcher noch bis in Meerestiefen von über 2300 m nachweisen lässt und daher bis mehr als 3200 m über den Meeresgrund emporsteigt und zu den mächtigsten bekannten Vulkanen gehört; er ist so weit vom Wasser bedeckt, dass die Schiffe schon ganz nahe seinem Gipfel Anker werfen.

Die beiden Profile (Tafel XI) sollen eine Vorstellung von den Dimensionen dieses Vulkanriesen geben, wie sie sich aus den vorhandenen Tiefenmessungen gewinnen lässt; ich entwarf dieselben nach der französischen Admiralitätskarte.

Profil I zeigt den Schnitt Sciarra—Krater—Malpasso. Etwa 14 km nordwestlich der Insel verzeichnet die Karte eine Tiefe von 2030 m und noch in 7 km Entfernung von der Sciarra ist das Meer über 1800 m tief. Die weiteren, für den vorliegenden Zweck etwas spärlichen Sonden lassen erkennen, dass der Kegel von hier an unter einem Durchschnittswinkel von 17° gegen die Sciarra ansteigt. Mit einer punktierten Linie habe ich versucht, ein annäherndes Bild von den Böschungsverhältnissen im Osten der Sciarra und ihrer unterseeischen Fortsetzung zu geben. Durch ihren Verlauf wird wahrscheinlich, dass sich die seitlichen, älteren Basaltergüsse zwischen der Piscità und dem Filo della Sciarra in noch ziemlich grosse Tiefe erstrecken und in einer Entfernung von $1^1/_2$ km vom Semaforo die junge Schutthalde des Vulkans noch von einem ungefähr 150 m hohen Steilhang überragt wird. Weiter ausserhalb wird dann die

Böschung in bemerkenswerter Weise steiler als die gleich weit von der Küste entfernten, der Sciarra vorgelagerten Hänge. Letztere stellen eben die Ablagerungsstätte für all' die durch die Wogen aufbereiteten oder unmittelbar zur Tiefe sinkenden Schlacken des jungen Vulkans dar, die hier ebenso sehr über das sonstige Profil des Berges hervorspringt, wie sie in geringeren Tiefen und auf dem überseeischen Kegel hinter dasselbe zurücktritt. — Bemerkenswert ist an der Südostseite der Insel die grosse Tiefe von 143 m in unmittelbarer Nähe der Küste und die ziemlich steilen Böschungen. Die Kegelform dürfte sich dort bis in die Tiefen von 1300 bis 1400 m nachweisen lassen.

Das Profil II zeigt in einem durch die Punta Lazzaro und den Strombolicchio gerichteten Schnitt das Verhältnis letzterer Klippe zum Strombolikegel. Dass der das Meer überragende Teil des Vulkans ein in sich abgeschlossenes Ganze sei, unterliegt keinem Zweifel; es ist undenkbar, dass die massige, bis zu ihrer vor kurzem erfolgten Abtragung trotz des Wogenanpralls immer noch 56 m hohe Felsklippe etwa den Rest eines Stromboli-Stromes darstelle. Sie bildet vielmehr offenbar den letzten überseeischen Rest eines kleineren Nebenkegels, der in seinem oberen Teil durch das Meer zerstört wurde. Ihm gehört die nordöstliche steile Böschung an, die zum mindesten bis gegen 2400 m hinabreicht. In einer Tiefe von 1500 m hat das breite Massiv in der SW-NO-Richtung noch einen Grundflächendurchmesser von 18,5 km.

Auch im Gebiete des Stromboli finden sich Andeutungen von schwachgeneigten unterseeischen Abrasionsflächen; sie sind indessen viel besser entwickelt an der Küste der übrigen Liparen, auf denen der zerstörenden Thätigkeit des Meeres nicht in dem Masse durch vulkanische Neubildungen entgegengearbeitet wurde, wie hier, und sie sollen deshalb dort eine eingehendere Besprechung finden.

II. Die Panaria-Gruppe.

Litteratur.

1619. Cluverius, Phil., Sicilia antiqua; cum minoribus insulis ei adiacentibus etc. Lugduni Batavorum. 1619.

1783. Dolomieu, Déod. de, Voyage aux îles de Lipari. 1783.

1792—97. *Spallanzani, L., Viaggi alle due Sicilie. Bd. II. Pavia 1792.

1809. Buch, L. von, Einige Bemerkungen über eine Sammlung aus den liparischen Inseln. Der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin Magazin. III. 1809. Gesammelte Schriften III.

1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia e delle isole che le sono intorno. 1810.

1832. *Hoffmann, Friedr., Ueber die geognostische Beschaffenheit der liparischen Inseln. Annalen der Physik und Chemie CII. (XXVI.) 1832.

1840. Pilla, L., Observations sur le groupe montagneux de la Roccamonfina. Ann. d. mines (3). XVIII. 1840.

1841. *Abich, H., Geologische Betrachtungen über die vulkanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittelitalien. I. Bd. 1. Lief.: Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. 1841.

1848. Daubeny, Ch., A description of active and extinct Volcanos etc. 1848.

1865. Fouqué, F., Sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale. Sixième lettre à Ch. Sainte-Claire Deville. Comptes Rendus etc. LXI. 1865.

1872. Scrope, G. Poulett, Volcanos. 2d edition 1872.

1874. Salino, F., Le isole di Lipari. Boll. del Club alpino italiano. VIII. 1874.

1875. Judd, W. J., Contribution to the study of Volcanoes. The geol. Mag. (2) vol. II. 1875.

1883. Mercalli, G., Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia. Milano 1883.

1888. Mercalli, G., Studio comparativo dei fenomeni vulcanici osservati nell' arcipelago eolio durante il periodo eruttivo di Vulcano (1888). Annali Uff. centr. meteor. e geodin. Vol. X. parte IV. 1888.

1891. Johnston-Lavis, H. J., The south italian volcanoes. 1891.

1892. *E. Cortese e V. Sabatini, Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie 1892.

1895. (Erzherzog Ludwig Salvator), Die liparischen Inseln. IV. Heft 1895.

1896. Riccò, A., Stato presente dei fenomeni endogeni nelle Eolie. Bollett. d. Soc. Sismol. Ital. II. 1896.

Uebersicht.

Die Inselgruppe von Panaria, ihre Grösse und Zusammensetzung. — Grosse unterseeische Ausdehnung des „Panariastockes". — I. Die Hauptinsel Panaria. — Massige Struktur. — Strandterrassen, bedeckt von den Tuffen des Basiluzzo. — Fumarolen und warme Quellen längs des Strandes. — Ihre Absätze und die Natur der ausgehauchten Gase. — Auswürflinge in unveränderter Lagerung am Pizzo Falcone. — Tufflöss. — Augitkryställchen in den Tuffen der Regione Soldata. — Cima del Corvo und Reste alter Bauten auf derselben. — Umfahrt. Die Westküste. Durchaus massige Struktur der Insel. Säulenförmige Absonderung des Gesteins, Gänge, „Kernbreccien". — Gestein der Hauptinsel: Glimmerfreier Hornblendeandesit. — II. Basiluzzo. — Struktur. — Gestein: Liparit-Obsidian und -Bimssteinlava. — Rekonstruktion

und relatives Alter des Basiluzzo-Vulkans. — Chemische Zusammensetzung der Gesteine. — Spuren alter Besiedelung. — III. Die kleineren Inselchen und Klippen: Lisca bianca, Bottaro, Lisca nera, Dattilo, Panarelli und Formiche. Deutung der einzelnen Glieder der Inselgruppe: a) Panaria, ein zur Hälfte zerstörter Massenvulkan, indessen mit unzweifelhaften Anzeichen einer oder mehrerer späterer Explosionen. — Aehnlichkeit mit der Montagna Grande auf Pantelleria. — Abbruch längs der Linie Stromboli—Monte Pelato? — b) Basiluzzo, Rest eines besonderen Vulkans. — c) Zusammengehörigkeit der Lisca bianca, des Bottaro, der Lisca bianca, der Panarelli und des Dattilo wahrscheinlich wegen ihrer gemeinsamen Gesteinsbeschaffenheit (glimmer- und hornblendeführender Pyroxenandesit). — d) Unbestimmte Zugehörigkeit der Formiche. — Bisherige Auffassungen vom Wesen der Panaria-Gruppe und deren Richtigstellung. Hoffmann. Judd. — Altersbeziehungen zu den übrigen äolischen Vulkanen. — Reihenfolge der geologischen Ereignisse.

Von Ginostra aus erblickt man in einer Entfernung von 18 km die Insel Panaria, welche als eine schluchtendurchfurchte Felsmasse die Insel Lipari zum grossen Teil verdeckt; sie fällt steil ab gegen Nordwest, von Südost her sanfter, aber immerhin unter einem Winkel von etwa 20° aufsteigend. Links davon sieht man, dem Beschauer etwas näher, eine andere Insel sich aus dem Meere erheben, welche, viel kleiner als Panaria, in eigentümlicher Weise die Beschaffenheit des Profils mit diesem teilt: es ist Basiluzzo; zwischen den beiden und links von Basiluzzo liegt ein kleiner Schwarm von verschiedengestaltigen Klippen. Das ganze zusammen bildet die Inselgruppe von Panaria. Ausser den schon genannten Eilanden umfasst sie noch die Inselklippen Bottaro, Lisca bianca, Lisca nera, Dattilo und die bei bewegter See vom Wasser bedeckten Riffe Formiche und Panarelli. Im ganzen mag der Gruppe ein Flächeninhalt von 2,5 qkm zukommen; nur Panaria ist ständig bewohnt.

Wie ich früher schon erwähnte, besitzt der Stromboli eine ganz isolierte Stellung gegenüber den übrigen Inseln: durch eine über 1300 m betragende Tiefe ist Panaria von ihm getrennt. Andererseits wäre eine Senkung des Meeresspiegels um etwa 800 m nötig, um trocknen Fusses von dieser Insel nach Salina zu gelangen. Dagegen würde eine Hebung der Küste um 100 m genügen, um eine Insel emportauchen zu lassen, grösser als Lipari: sie würde nicht nur den ganzen kleinen Panaria-Archipel umfassen, sondern auch die sog. Secca dei Pesci im Südosten Panarias. Nach jener Richtung würde sie verlängert sein in ein Vorgebirge von immerhin 69 m Höhe. Auch die 50 m-Tiefenlinie schlingt sich noch ununterbrochen um die Hauptinsel und die ihr zunächst liegenden Klippen, während Basiluzzo bei einer Senkung des Meeresspiegels um 50 m schon als eine 221 m hohe Felsinsel erschiene. Diese Verhältnisse lassen auf eine recht enge Zusammengehörigkeit der hier zu besprechenden Gebilde schliessen und berechtigen dazu, dieselben als ein isoliert dastehendes Massiv des äolischen Vulkangebirges zusammenzufassen; man könnte jenes mit dem Namen „Panariastock“ bezeichnen.

I. Panaria.

Die Hauptinsel stellt ein aus Hornblendeandesiten bestehendes Massiv dar, das, im Gegensatz zu den meisten anderen Gebilden auf den äolischen Inseln, kaum irgendwelche Struktur erkennen lässt und deshalb bei oberflächlicher Betrachtung ein richtiger homogener Vulkan zu sein scheint. Es ist in dieser Hinsicht nur zu vergleichen mit dem Capo Graziano und der Montagnola auf Filicudi. Der „einförmige, unglaublich massive Felsklumpen, ohne

untergeordnete Erscheinung zwischenliegender Gebirgsarten, gleich wie in eine zuvor ihm bereitete Form eingegossen"[1]), erhebt sich, an der Ostseite terassenförmig abgestuft, zu einer Höhe von 420 m (Pizzo del Corvo) und fällt dann in wilden Schluchten und Felswänden gegen Westen und Nordwesten ab. Es müsste ein geübter Kletterer sein, der den Anstieg nach dem Gipfel von jener Seite her mit Erfolg unternähme. Das Felsmassiv bildet die fast überall hervortretende Grundlage für lockere, aus vulkanischem Material bestehende Bildungen verschiedener Herkunft.

In sich birgt die Insel im Kleinen eine grosse Menge landschaftlicher Schönheiten. Von Osten her gesehen ist sie etwa einer flachen Muschel zu vergleichen, die in schiefer Stellung, den Wirbel nach oben, in das Meer getaucht ist. Felsrippen ziehen aus halber Höhe des Berges nach dem Strande und teilen den muldenförmigen Hang in vier Teile, vier Contrade oder Gemarkungen. So trennt der Felsgrat der Castelli den Milazzese im Süden vom Drauto, der Felsen Torrione diesen von der Contrada S. Pietro, und nördlich des Felsriegels endlich, der vom Pizzo Falcone (*157 m) ausgeht, liegt die kleine Ebene des Ditello. Oberhalb eines in 150 m Höhe verlaufenden Teressenrandes steigt eine Fläche, die Regione Soldata, gegen den Gipfel an. Diese ist der eigentliche Sitz der Rebenkultur, während die tieferen Teile der Insel der Pflege des Oelbaums und dem Getreidebau dienen.

Die massige Beschaffenheit des Gesteins, das jeder Schichtung oder Schieferung entbehrt, führt zu unregelmässigen Felsbildungen, welche dem landschaftlichen Charakter einen hohen Reiz verleihen: bald sind es tiefe Felsnischen, über welche uralte Oelbäume ihr graues Geäste beugen und in welchen man, wie zu Homers Zeiten, des Nachts das Vieh unterbringt, indem man ein paar Felsstücke vor den Eingang wälzt; bald erheben sich Klippen und Felswände, die alle eigentlich dem zufälligen Spiel der Erosionsarbeit ihre Gestalt verdanken und auf keine Vorbedingungen zurückzuführen sind, wie sie die Tektonik eines Vulkans gegeben hätte. So ist es denn auch verfehlt, an diesen Felsmassen nach einem Krater suchen oder auf denselben Spuren eines oder mehrerer solcher erblicken zu wollen.

Während meines fünftägigen Aufenthalts durchstreifte ich die Insel, bestieg ihren Gipfel, machte eine Rundfahrt um dieselbe und verwendete ausserdem einen Tag auf die Untersuchung der ihr benachbarten Klippen und Inselchen.

Das bewohnte Unterland der Insel stellt eine Terrasse dar, deren Rand etwa 10 m über dem Meeresspiegel gelegen und von Tuffen bedeckt ist; sie entsprechen den submarinen Bildungen von Stromboli und entstammen, wenigstens in der nördlichsten Contrada, dem Ditello, mit höchster Wahrscheinlichkeit dem Basiluzzo. Proben, welche ich von dort mitbrachte, sind Bimssteine, reich an Biotit, Feldspat, Augit und Magnetit, ganz entsprechend der Beschaffenheit des liparitischen Gesteins letzterer Insel. An der Innenseite des Ditello gegen die Bergwände zu bezeichnen in einer Höhe von 70—80 m gewaltige, gerundete Strandblöcke, manchmal überzogen von einer rostigen Verwitterungsrinde und einige Zentner schwer, eine zweite Uferterrasse. Man sieht sie gleichfalls in etwa 12 m Höhe am Capo Milazzese. Losgerissen von der Uferterrasse oder nur durch eine ganz schmale Verbindung damit zusammenhängend, liegen dort einige Felsen prachtvoll säulenförmig abgesonderten Gesteins, und, so weit noch auf denselben die Spur der alten horizontalen Strandebene zu erkennen ist, beobachtet man auf der letzteren auch noch einige mächtige gerundete Blöcke.

---

[1]) Hoffmann, 1832, S. 21.

Es ist natürlich, dass Gerölle von solcher Masse sich nur auf dem harten Felsboden bilden konnten, dass sie also älter sind als die erwähnten Basiluzzotuffe.

In der Strandzone von Panaria finden sich mehrfach Fumarolen; nach Mercalli sollen an der ganzen Ostküste auf eine Erstreckung von 2 km die Spuren solcher nachzuweisen sein, und überall fände man Thermen von etwa 50°. Gasausströmungen an der Ostküste erwähnt die französische Seekarte[1]), und Riccò[2]) berichtet von heissen Quellen bei San Pietro, deren Wasser, mit Seewasser gemischt, von den Einwohnern zu Bädern benützt wird und fügt hinzu, die Badenden fänden, dass diese seit dem Novembererdbeben von 1894 nicht mehr den gleichen Genuss bereiteten wie früher! Am bemerkenswertesten sind jedoch die „vulcani" am Nordende der Insel bei Calcara. In ihrer ganzen Umgebung ist das Gestein stark verändert und ein bis zu 20 cm in den Boden gesenktes Thermometer gab mir eine Temperatur von 98° an.

Die Dampf ausströmenden Oeffnungen sind umgeben von eigentümlichen Salzbildungen: sie gleichen am allerehesten gallertartigen Flechten und treten in der Form zierlich gewundener, fingerhoher Bänder von grünlich weisser Farbe auf. Eine qualitative Untersuchung ergab, dass sie zum grössten Teile aus schwefelsaurem Eisenoxydul und -oxyd, schwefelsaurer Thonerde und geringen Mengen von Kali-, Magnesia- und Kalksulfat bestehen, daneben nur Spuren von Chlor enthalten. Schon dieses Ergebnis führt zur Vermutung, dass die Fumarolen Schwefelwasserstoff aushauchen, worauf auch das Vorkommen freien Schwefels in ihren Produkten hinweist. Fouqué hat die Gase der Panaria-Fumarolen untersucht und fand:

	I. Gas, welches auf dem Lande nahe dem Ufer unter starkem Druck ausströmt:	II. Gas, welches unter schwachem Druck in einer kleinen Lagune ausströmt:
SH_2	6,44	Spuren
CO_2	90,53	97,00
O	0,52	0,49
N	2,51	2,51
	100,00	100,00

Die Leute sagten mir, die „vulcani" seien besonders dann sehr thätig, wenn der Stromboli sich in erregtem Zustande befinde.

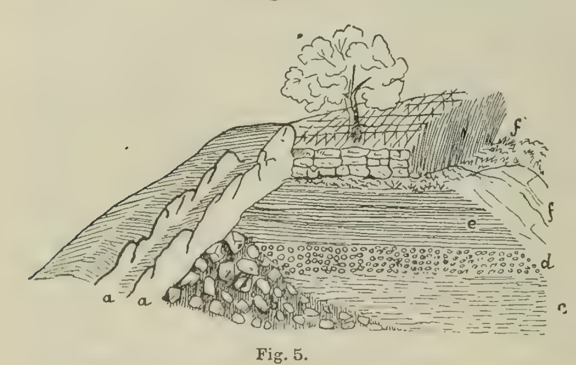


Fig. 5.

Vom Unterland aus gelangt man über steiles Felsgehänge, das manchmal die Spuren alter Fumarolen in einer Bleichung des Gesteins erkennen lässt, nach der Regione Soldata. Diese ist ganz bedeckt von lockerem Tuffmaterial. Es wäre schwer, sich eine Vorstellung von der Bedeutung dieser Massen zu verschaffen, wenn nicht zufällig in einem Bachrisse etwas oberhalb und westlich des Pizzo Falcone ein sehr schönes Profil blosgelegt wäre, das in mancher Beziehung so viel Interesse verdient, dass ich es hier wiedergeben möchte.

[1]) Plan de l'île de Panaria levé en 1857 par Darondeau etc. 1860. Nr. 1853. [2]) 1896, S. 10 des Sep.-Abdr.

Zu unterst ruht der feste Felskörper des Hornblendeandesits (a). Diesem lagert sich in einer muldenförmigen Einsenkung, welche sich vielleicht unter der ganzen Regione Soldata bis an den Abfall der felsigen Cima del Corvo hinzieht, eckiger Gehängeschutt (b) an. Es sind Gesteinsbruchstücke, die von unten nach oben an Grösse verlieren und allmählich die Lagerung der darüberliegenden Tuffe und Bomben annehmen. Darauf folgen zunächst Tuffe, ganz gebleicht durch Fumarolenwirkung (c), dann (d) lichte Tuffe mit sehr grossen, meist kantigen Blöcken eines schwarzen Hornblendeandesits, welche ganz und gar den Charakter von Bomben tragen (3—4 m mächtig), weiter (e) dunkle Lapilli in Schichten von etwa 1 dcm (im ganzen 5 m) und endlich, diskordant dazu und nachträglich gebildete Vertiefungen erfüllend, ein brauner, sandiger, dickbankiger Tuff (f). Weiter oberhalb des Pizzo Falcone liegen ausgezeichnet geschichtete Massen von lichtem Tuff, die in manchen Horizonten dichte und bimssteinartige Auswürflinge von Hornblendeandesit führen; sie sind fast horizontal, mit einem geringen Einfallen gegen den Gipfel der Insel gelagert. Durch die Cultur, vielleicht auch durch einige marine Aufbereitung dürfte die Schichtung der Tuffe im übrigen Teil der Regione Soldata unkenntlich geworden sein; ähnliche Verhältnisse beobachtete ich nur noch beim Aufstiege von der Contrada Drauto gegen den Pizzo del Corvo nördlich der Castelli. Da und dort sind die braunen sandigen Tuffe erhalten: stets erweisen sie sich als jüngste Ablagerungen, welche sich dem Gehänge des Berges anschmiegen und sicherlich einer anderen Epoche ihr Dasein verdanken als die andesitischen lockeren Massen.

Aus allem ergiebt sich überdies, dass diese letzteren gegenüber dem Felsgerüste der Insel, wenn man von der petrographischen Verwandtschaft absieht, als selbständige Bildungen aufzufassen sind. Das letztere muss zur Zeit der Ablagerung jener durch die Erosion schon etwas verändert gewesen sein, worauf der alte Gehängeschutt hinweist. Nirgends handelt es sich dabei um eine Wechsellagerung von Laven und Tuffen. Die ausgeprägte Schichtung der letzteren spricht dafür, dass sie sich unter Wasser abgelagert haben.

Mit wenigen Worten möchte ich hier noch besonders der braunen, sandigen Tuffe Erwähnung thun. Sie besitzen die grösste Aehnlichkeit mit solchen, welche besonders auf Lipari, dann aber auch auf Salina, höchst wahrscheinlich auch auf Vulcano und Filicudi anzutreffen sind. Ueberall stellen sie sehr junge, subaëre Bildungen dar, welchen ich, wie ich später bei der Besprechung Liparis noch begründen will, eine äolische Entstehungsweise zuschreibe, wie sie für manche Lösse angenommen wird, und die ich deshalb geradezu als Tufflösse bezeichne. Beim Abstieg vom Pizzo Falcone begegnet man ihnen in inniger Vermengung mit Gehängeschutt; sie enthalten dort auch stellenweise Kohle und sind hie und da schwärzlich gefärbt.

Am Wege von der Contrada Drauto nach dem Gipfel finden sich zierliche bis 0,8 cm lange glänzende Krystalle von Augit von der gewöhnlichen Form ∞P, $\infty \bar{P} \infty$, $\infty \breve{P} \infty$, P, manchmal in Zwillingen nach $\infty \bar{P} \infty$. Ich traf sie nur im südlichen Teil der Regione Soldata bis hinauf zum Gipfel an; es ist deshalb möglich, dass sie anderer Herkunft sind als die jene Ebene gleichförmig bedeckenden Andesittuffe.

Die Cima del Corvo[1]) selbst ist ein Felsgipfel, der steil nach dem Westen zu abfällt.

[1]) Bei den Schiffern führt der Gipfel den Namen Castello del Salvamento, und auf ihm sollten die Reste alter Bauten aus den Zeiten der „Saraceni“ vorhanden sein. Ich konnte dergleichen

Mehrere Schluchten ziehen sich hinab nach dem Meere, und in ihnen glaubte ich die Spuren erloschener Fumarolen zu erkennen.

Ueber die Verhältnisse der Westküste gewährt die Umfahrt einige Aufschlüsse. Zunächst bemerkt man im Norden von der Grotta del Tabacco bis gegen den Scoglio Cacato allenthalben Spuren von Fumarolen. Ferner zeigt sich dort eine prächtige säulenförmige Absonderung des massigen Gesteins, die mich sehr an den berühmten Humboldtfelsen bei Aussig in Böhmen erinnerte. Nur ist die Divergenz der Säulen nicht eine allseitige, sondern von oben nach unten gerichtete. Das Phänomen dieser Absonderung zeigt die Westküste Panarias überhaupt mehrfach und in seltener Schönheit. So durchsetzt ein 1—4 m mächtiger Gang in gekrümmtem Verlauf, von der Cima del Corvo gegen den Scoglio cacato herabstreichend, das Gestein und lässt eine sehr schöne Zerklüftung in Prismen erkennen, die senkrecht stehen auf den Salbändern. Wie nebenbei bemerkt werden soll, ist das Ganggestein wie der durchbrochene Fels Hornblendeandesit. Die Wände an der südwestlichen Küste sind stellenweise von Breccien eckiger Fragmente ohne jede Andeutung einer bankförmigen Schichtung gebildet, wie sie vulkanischem Auswurfsmaterial zukäme. Es sind vielmehr unregelmässig zwischen festes Gestein eingelagerte Partien, die ganz den Eindruck einer endogenen vulkanischen Reibungs- oder Zerrüttungsbreccie machen. Im südlichsten Teile der Insel besitzt das Gestein wieder in hervorragender Schönheit die säulenförmige Absonderung; die senkrecht stehenden Prismen sind am Milazzese durch eine horinzontale Abrasionsebene abgeschnitten und stellenweise bedeckt von den schon früher erwähnten mächtigen Geröllen.

Das Felsgerüst Panarias besteht ganz und gar aus Hornblendeandesit.

Neben mehr oder weniger Glas in der Grundmasse beobachtet man unter dem Mikroskop Feldspat (Plagioklas und mitunter auch Orthoklas), braune oder braungrüne Hornblende, lichten Augit und mitunter Hypersthen, Eisenerze und stellenweise auch Olivin. Letzteres Mineral fand sich reichlich in einer Probe aus der Nähe des Scoglio la Loca im Südwesten. Ausserdem aber spielt es eine Rolle in den grossen Bomben nahe dem Pizzo Falcone, die im übrigen kaum verschieden sind von dem massigen Gestein der Insel. Betonen möchte ich schon hier, dass ich in den zahlreichen Proben des letzteren keinen Biotit nachzuweisen vermochte. Das Vorkommen eines lichten Glimmers in einem Gesteine von S. Pietro beschränkt sich, gemäss der mikroskopischen Untersuchung, auf die Drusenräume in demselben.

Gesteine von Panaria sind schon mehrfach, von Dolomieu,[1]) Spallanzani,[2]) Hoffmann,[3]) L. von Buch,[4]) Abich[5]) und zuletzt von Cortese und Sabatini[6]), mehr oder weniger genau beschrieben worden. Mit Recht weist besonders Abich auf die Mannigfaltigkeit desselben hin.

---

nicht erkennen, doch stellte ich fest, dass dort im Altertum wohl eine Wohn- oder Kultusstätte gewesen sein muss. Ich beobachtete auf der Cima ein kreisrundes, sicherlich künstlich geebnetes Plateau von etwa 12 m Durchmesser; bis auf die Tiefe von 8 cm stiess ich auf keinen gemauerten Boden. In geringer Entfernung gegen Süden trifft man auf eine zweite quadratische Ebenung von ungefähr 30 m Seitenlänge. Unglasierte Topfscherben in ziemlicher Menge lieferten einen weiteren Beweis, dass diese Stätte in früheren Zeiten eine Bedeutung besonderer Art gehabt haben muss. Nebenbei bemerkt ist Panaria der Fundort von z. T. sehr schön erhaltenen Gefässen und Tanagrafiguren aus dem Altertum, und aus der Zeit wohl noch älterer Besiedelung stammen jedenfalls die Unmengen von bearbeiteten Obsidiansplittern und Schalen von Patella, Trochus etc., welche man allenthalben auf den Feldern, besonders um S. Pietro vorfindet. Diese Schnecken werden heute noch von den Bewohnern genossen.

[1]) 102, 108—112. [2]) II, S. 138. [3]) 1832, 21—24. [4]) 1809, 302. [5]) 1841, 31. [6]) 1892, 93.

Aus seiner Schilderung könnte man indessen unrichtige Schlüsse auf die genetischen Beziehungen zwischen den einzelnen Gliedern des Panaria-Archipels ziehen, und deshalb möchte ich sie nach meinen eigenen Erfahrungen richtig stellen, bevor ich auf die eingehende Besprechung der letzteren eingehe. Abich erwähnt ein Gestein, welches sehr übereinstimme mit dem von Basiluzzo: „in einer grauen glasartigen Grundmasse, sehr dicht aneinander gedrängt“ erschienen „Partien von glasigem Feldspat und Albit, welche häufig glasglänzende Quarzkörner von lichtrötlicher Färbung umschliessen.“ Statt der Hornblende träte schwarzer Glimmer auf. Quarz ist mir in keinem der gesammelten Handstücke, ebenso auch kein Biotit bekannt geworden. Auch Sabatini erwähnt weder den einen noch den andern.

Ebenso wenig aber findet sich der Quarz in dem Gestein von Basiluzzo, auf welches Abich hinweist, und das nach seiner Beschreibung[1]) Quarz enthalten soll. Schon Hoffmann hat erkannt, dass das Basiluzzogestein nur Emailkörner enthält, die freilich auch von Dolomieu für Quarz gehalten wurden. Man wird es also bezüglich des Vorkommens dieses Minerals als Gesteinsgemengteil der Insel Panaria bewenden lassen können. Schwieriger ist es, Abichs Mitteilung über das Vorkommen von Glimmer zu prüfen. Diesen letzteren fand ich nur in den Tuffen von Ditello, welche die jüngste Terrasse bedecken und höchst wahrscheinlich der Eruption des Basiluzzo entstammen. Im übrigen enthält keine der zwanzig von Panaria mitgebrachten Proben das Mineral als Bestandteil; wie gesagt, ist es nur in Drusenräumen des Andesits von S. Pietro zu beobachten.

Von den beiden anderen Varietäten, welche Abich unterscheidet, umfasst die eine die helleren, oft porösen Vorkommnisse mit einem spez. Gewicht von 2,6754 und einem Kieselsäuregehalt von 64,37 %. Die andere begreift die dunklen Gesteine von dichter, harter Grundmasse; sie besitzen nach Abich ein spez. Gewicht von 2,7225 und 61,39 % Kieselsäure.

Das Gestein des Pizzo del Corvo, der Typus der meisten Panariagesteine, enthält nach Dr. Glaser:

SiO_2	66,11
Al_2O_3	12,10
F_2O_3	7,74
CaO	4,09
MgO	1,70
Na_2O	2,86
K_2O	2,73
H_2O (bei 100°)	0,08
Glühverlust	2,11
Summa	99,52

II. Basiluzzo.

Dieses 3,5 km von der Hauptinsel entfernte Eiland stellt in seinem oberen Teile eine unter ungefähr 12° gegen Osten geneigte Ebene dar, welche nach allen Seiten hin in schroffen Wänden gegen das Meer abfällt. Von einer kleinen Bucht an ihrer Südostecke erreicht man das Plateau, welches man in *45 m Meereshöhe betritt; nur etwas tiefer ist der niedrigste Rand desselben gelegen. Von dort aus gelangt man zu dem 165 m hohen Gipfel.[2]) Die Felsnadel der Spinazzola im Westen der Insel stellt einen durch die Wellen losgelösten Teil der gleichen Masse dar. Bei der Annäherung an die Insel erkennt man

[1]) 1841, 85.

[2]) Seine Höhe beträgt nach Abichs Messung nur 152 m (= 469 par. Fuss), nach meiner eigenen 150 m. Die oben angeführte Höhe ist der Generalstabskarte entnommen.

bald, dass ihr Gestein zweierlei physikalische Beschaffenheit besitzen müsse. Man unterscheidet zwei verschiedene Zonen, eine solche, welche eine schichtige, und eine andere, den oberen Teil der Insel bildende, welche eine massige Struktur mit grober Andeutung einer säulenförmigen Absonderung besitzt. Die Grenzfläche zwischen beiden ist gleichfalls gegen Osten geneigt. Das Gestein der Basis lässt eine ausgezeichnete Bänderung erkennen; die Gesteinsbänke sind besonders im östlichen Teil gestaucht und gefaltet und packetweise so

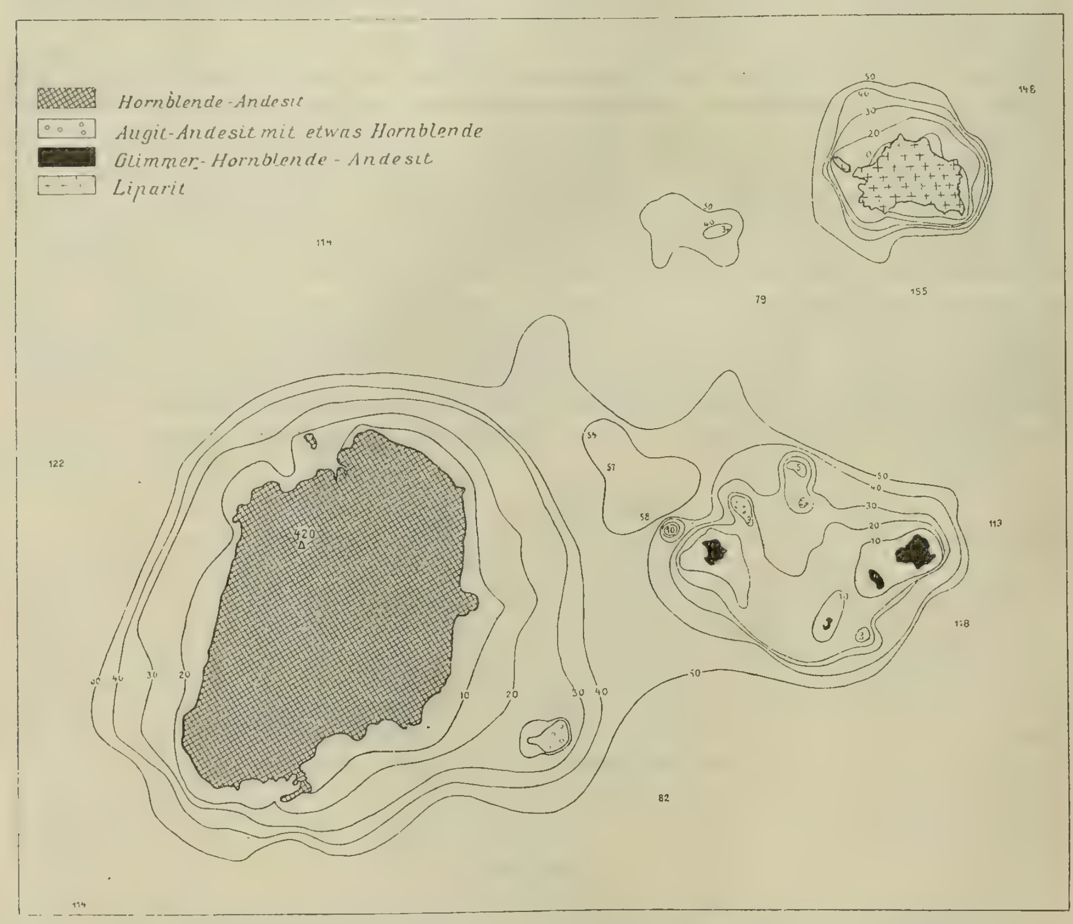


Fig. 6. Meerestiefen um Panaria bis zu — 50 m. Zugleich petrographische Detailkarte 1 : 50000.

in einander geschoben, dass dort eine Art Breccie entsteht, welche 8—9 m mächtig ist. Es zeigen sich alle Erscheinungen der Fortbewegung einer sehr zähen Lava, wie sie an den Obsidianströmen Liparis und Vulcanos so hübsch zu sehen sind. Schon Hoffmann hat eine bezeichnende Schilderung des merkwürdigen Gesteins von Basiluzzo gegeben, das wohl den hübschesten Typus aller liparischen Gesteine darstellen dürfte.

Es ist ein Obsidian, reich an krystallinen Ausscheidungen zweier trikliner Feldspäte (eines Oligoklas-Andesins und eines Andesins) und von mehr oder weniger regelmässigen sechsseitigen bis 2 mm grossen Biotittäfelchen. Untergeordnet sind Sanidin und Pyroxen. Quarz fehlt, wie

schon früher bemerkt wurde, dagegen erhält das Gestein ein eigentümliches Gepräge durch die rauch- oder perlgraue Glasmasse, in welche die krystallinen Gemengteile eingesprengt sind. Sie macht die Hauptmasse des Gesteins aus; an den schönsten Handstücken liegt sie in dichten Körnern zwischen den Feldspäten und das Gefüge des Gesteins ist ein so lockeres, dass man es zwischen den Fingern zu Grus zerreiben kann. Die Bänderung und Bankung des Gesteins entsteht dadurch, dass immer glasreiche Schichten getrennt sind durch solche, wo der dichtere glänzende Obsidian ersetzt ist durch mehr aufgelockerte, wohl auch etwas entglaste Zwischenlagerungen, und in diesen liegen die Trennungsflächen der einzelnen Schichten. Die rauhe Oberfläche der letzteren ist rötlichbraun gefärbt, von Schwundrissen durchzogen und von Glimmerblättchen bedeckt.

Nach oben zu tritt an die Stelle dieses Obsidians eine Bimssteinfacies: statt des dichten Glases findet sich dort seine durch Gasentwickelung bei vermindertem Druck entstandene blasig-schaumige Modifikation, welche die gleichen krystallisierten Ausscheidungen enthält wie jener. Die Farbe dieser weichen aber doch zähen Massen schwankt zwischen weiss und rötlich; sie bilden den Untergrund des Inselplateaus und den Boden für seinen spärlichen Getreidebau. Ihnen ähnlich sind die den Ditello bedeckenden glimmerführenden Tuffe. Ich kenne nur ein Gestein, welches ich mit der Bimssteinlava von Basiluzzo vergleichen möchte; es ist die Bimssteinlava vom Cerro quemado in Guatemala[1]), die indessen vorwiegend Amphibol enthält.

Dass jene Tuffe, welche ich in den engsten Zusammenhang mit der Entstehung des Basiluzzo bringen möchte, die jüngste der Terrassen Panarias bedecken, ist ein Beweis für das jugendliche Alter dieser Liparitmasse.

Ein anderer liegt in dem Umstand, dass die so leicht zerstörbare, von schaumigem Gestein gebildete obere Hälfte des Basiluzzo, trotzdem sie an der niedrigsten Stelle des Plateaus schon ca. 25 m über dem Meeresniveau beginnt, durch die Abrasion, der doch auf anderen Inseln, wie z. B. auf Panaria, sehr harte Gesteine schonungslos zum Opfer gefallen sind, nicht entfernt wurde. Basiluzzo zeigt keine Andeutung einer Terrassierung, sondern eine jedenfalls ursprüngliche, nach Osten gerichtete Neigung: diese deutet darauf hin, dass man es hier mit dem letzten Ueberrest eines Eruptionskegels zu thun hat, dessen lockerer Lapilli- und Aschenmantel durch die Fluten alsbald zerstört wurde, während uns sein gegen Osten geflossener Obsidianlavastrom im Basiluzzo noch teilweise erhalten ist.

Die Zusammensetzung des glasigen Gesteins der Insel ist nach Herrn Dr. Glasers Analyse folgende:

SiO_2	72,19
Al_2O_3	12,56
Fe_2O_3	3,65
CaO	2,52
MgO	0,85
Na_2O	3,35
K_2O	4,41
H_2O (bei 100°)	0,08
Glühverlust	0,40
Summa	100,01

Einen weit geringeren Gehalt an Kieselsäure ergab die Bimssteinlava: Abich fand denselben zu 69,87 %, Glaser zu 70,10 %.

[1]) Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XLVI. 1894, S. 141.

Ein ganz und gar anderes Bild von der Zusammensetzung des Gesteins gibt eine von Judd[1]) veröffentlichte Analyse der „lava of Basiluzzo etc.“:

SiO_2	=	67,09
Al_2O_3	=	17,36
Fe_2O_3	=	0,81
CaO	=	1,23
MgO	=	1,20
Na_2O	=	4,10
K_2O	=	8,27
Summa	=	100,06

Als spezifisches Gewicht wird die auffallend niedrige Zahl 2,4008 angegeben; die Analyse soll von Abich herrühren, aber es ist mir nicht gelungen, die Quelle zu finden, aus welcher Judd in diesem Falle geschöpft hat.

Auf der Insel Basiluzzo befinden sich die Reste antiker Bauten, welche einige Spuren geologischer Geschehnisse in historischer Zeit an sich tragen. Zunächst gewahrt man unweit des Aufstieges ein unterirdisches Gewölbe, an dessen Wänden deutliche Fumarolenspuren zu sehen sind. Dampfausströmungen sind heute auf der Insel nicht mehr zu beobachten. Ferner sieht man ganz am Rande des westlichen Steilabsturzes geringe Reste eines Mosaikbodens — wohl ein Beweis dafür, wie beträchtlich noch in junger Zeit das Meer an der Zerstörung der Insel gearbeitet hat.[2])

III. Die kleineren Inseln und Klippen.

Lisca bianca und Bottaro sind zwei kleine Inselchen von ähnlicher Gestalt, von Westen nach Osten geneigt. Diese Abschrägung nach der offenen See hin dürfte wohl der Abrasion des Meeres zuzuschreiben sein, welches dieselben ähnlich wie die unteren Teile Panarias überflutete. Beides sind plumpe Felsmassen ohne jede weitere Struktur. Ihren Namen verdankt die Lisca bianca der tiefgehenden Zersetzung und Bleichung des Gesteins durch alte Fumarolen, durch welche dasselbe besonders von Südwesten her gesehen weiss erscheint. Ihre Höhe beträgt *29 m.

Ein dunkles, aber gleichfalls recht zersetztes Gestein bildet die niedrigere und kleinere Klippe Bottaro. An ihrer Nordwestecke nimmt man bei ruhiger See ein sehr deutliches

[1]) 1875, S. 10.

[2]) Die Schiffer erzählten mir von einem mächtigen König, der auf Basiluzzo regiert haben soll; diese Sage erklärt unbewusst den Namen der Insel, der so sehr an das griechische βασιλεύς erinnert: basiluzzo bedeutet eben dann „der mächtige König“. Schon Ferrara verzeichnet (1810) diesen uralten Glauben an einen „antico buon Re“; Basiluzzo und die benachbarten Klippen hätten einmal zusammengehangen und ein kleines Königreich gebildet (S. 251). Wie ihm, so erzählte man auch mir mit aller Bestimmtheit von versunkenen Säulen und Fussböden, welche zwischen den Klippen sichtbar seien, und von Eisenstücken, die man beim Fischen gehoben habe. Basiluzzo ist sicherlich einmal im Altertum der Wohnsitz Vornehmer gewesen. Man findet dort noch ziemlich ausgedehnte bemalte Mauerreste, Fussböden, Schindel, Gefässe und besonders auf dem Gipfel und in dessen Nähe Stücke von Marmorplatten. „Aegyptischer Porphyr“ kam auch Spallanzani (II. S. 131) zu Händen. Das früher schon erwähnte, durch eine schmale Oeffnung zugängliche Gewölbe zeigt ganz römische Bauart (opus reticulatum aus dem Gestein des Plateaus) und hat folgende Dimensionen: Länge ca. 12 m, Breite 4 m, Höhe 3,5 – 4 m. Obsidiansplitter mit Anzeichen einer Bearbeitung finden sich auf Basiluzzo und auf der Lisca bianca, hier zusammen mit Stückchen von Quarzit und Glimmerschiefer.

Aufwallen des Meeres infolge aufsteigender Gasblasen wahr und bezeichnet jene Stelle als die Caldaie oder den Bollitore. Nach Spallanzani[1]) beträgt die Temperatur des Wassers in der Tiefe $28^1/_3{}^0$ (C. ?) und die Gase bestehen aus Schwefelwasserstoff. Abich[2]) bezeichnet die aus 24° C. warmem Wasser aufsteigenden Gase als Kohlensäure und Schwefelwasserstoff und Fouqué[3]) fand folgende Mischung:

SH_2	Spuren
CO_2	72,3
O	5,1
N	22,6
Summa	100,0

Ferner teilt Mercalli[4]) mit, dass das Aufwallen der Caldaie besonders stark bei Sirocco sich zeigen soll, — wohl ein Glaube, der in die Kategorie der Stromboli-Wetterregeln zu stellen ist.

Die Lisca nera bildet einen nach Osten und Westen steil abfallenden Felsen von schwarzem frischen Gestein; sie bietet nichts Merkwürdiges.

Panaria am nächsten liegt die gegen Osten unter 45—50°, gegen Westen fast senkrecht abstürzende spitze Klippe Dattilo, 103 m hoch. Die Hauptsache derselben besteht aus sehr stark zersetzten, buntgefärbten Tuffen und Agglomeraten, vielfach durchsetzt von Gyps. An der Nordseite erblickt man eine mehrfach sich gabelnde, in die Tuffe eindringende Gesteinsmasse. Die Besteigung der Klippe wäre nur mit einer Leiter möglich gewesen, ich musste mich daher darauf beschränken, sie von dem schmalen sie umsäumenden Strande aus zu betrachten; doch genügte das, um festzustellen, dass, wie schon gesagt, der Dattilo kein einheitlicher Felsen ist.

Was über die unbedeutenden Klippen Panarelli und Formiche zu sagen wäre, betrifft nur deren Gestein, und dieses wird zusammen mit dem der übrigen Klippen weiter unten besprochen werden.

Ich will nun den Versuch wagen, an der Hand der Seekarte einen Ueberblick über die orographischen Verhältnisse und mittels der vergleichenden Betrachtung ihres Gesteins einen Einblick in die genetische Zusammengehörigkeit der Glieder der Gruppe zu gewinnen. Dem ersteren Zweck möge die in Fig. 6 mitgeteilte, nach der Seekarte gezeichnete Skizze dienen.

Die merkwürdige Struktur der gleichsam aus einem einheitlichen Felsblock geformten Insel Panaria verweist auf eine Eruption, die eine grosse Lavamasse zu gleicher Zeit emporstiess. Die säulenförmige Absonderung des Gesteins, wie sie im grossen Massstab an der Grotta del Tabacco, ferner im Westen bis zum Milazzese beobachtet wird, dazu der mächtige Gang am Scoglio cacato, endlich die endogenen Breccien nahe diesem Gange begründen die Vermutung, dass die Ausbruchsstelle für alle diese Massen im Westen der Insel zu suchen sei, während man am Ostabhange des Berges annähernd dessen frühere Aussenseite vor sich hätte. Die westliche Hälfte des Kegels könnte durch zwei Ursachen entfernt worden sein, nämlich durch einen Abbruch oder durch Abrasion. So manches spricht für die Annahme des ersteren. Allgemein gehören die andesitischen Gebilde auf den Liparen nicht zu den

---

[1]) II, S. 133. [2]) 1841, 108. [3]) 1865, 567. [4]) 1888, S. 260.

ältesten, auch kleinere andesitische Massenergüsse wie das Capo Graziano und die Montagnola sind durch die Abrasion nicht zerstört, ja kaum sehr erheblich verändert worden, und es wäre deshalb befremdlich, dass gerade die mächtige Felsmasse von Panaria zur Hälfte abradiert worden sein soll. Wo so enorme Massenergüsse stattfanden wie hier, müssen auch grosse Massendefekte in der Tiefe entstanden sein, und die Veranlassung zu einem Einbruch war ohne weiteres gegeben. Auch in dieser Beziehung ähnelt Panaria sehr dem grossen Massenvulkan von Pantelleria, der Montagna grande, wie später[1]) noch des weiteren erörtert werden soll. Will man einen solchen Abbruch zugeben, so ist es ferner auffällig, dass der Bruch fast genau auf der Linie stattfand, welche zwei der jüngsten äolischen Vulkane, den thätigen Strombolikrater und den Monte Pelato auf Lipari mit einander verbindet.

Gegen die soeben befürwortete Annahme könnten die Tiefenverhältnisse im Westen Panarias angeführt und als Beweise für eine teilweise Abrasion der Insel benutzt werden. Sie mögen hier wenigstens erörtert werden. Unmittelbar von den Steilwänden an senkt sich der Meeresboden unter sehr schwacher Neigung von etwa 4°, um erst in einer Entfernung von ungefähr $1^1/_2$ km unter 18—20° steiler abzufallen. Es fehlen dort die grossen Tiefen, welche man vielleicht zu erwarten hätte, wenn die Westhälfte der Insel abgesunken wäre, und welche stellenweise in der liparischen Inselgruppe wirklich da nachweisbar sind, wo zugleich am benachbarten Ufer die Spuren eines Einbruches sich erkennen lassen. Die Beweiskraft dieses Einspruchs aber ist keine unanfechtbare; denn erstlich braucht die Höhe der Absenkung keine viel grössere als 400—500 m gewesen zu sein — die Verwerfung zwischen der Montagna grande und dem Monte Gibelé auf Pantelleria beträgt nur 280 m, — und zweitens hat seit ihrer Beendigung das Meer offenbar hinlänglich Zeit besessen, um dort zu nivellieren oder eine neue Abrasionsterrasse zu schaffen. Von Wichtigkeit ist das Vorkommen vulkanischer Auswürflinge am Pizzo Falcone. Die Eruptionen des Panaria-Vulkans, dessen Krater uns nicht mehr erhalten ist, haben längere Zeit gleichartiges Material gefördert; es haben noch Ausbrüche stattgefunden, als schon der massige Felskörper einer Zerstörung durch die Erosion verfallen war, und dieselben haben lockeres Material von Bomben, Lapilli und Sanden fast ganz gleicher Natur gefördert, wie die Felsen, auf denen sie niederfielen. Durch ihren Olivingehalt sind die um den Pizzo Falcone auftretenden Bomben nur von der Hauptmasse des anstehenden Hornblendeandesits verschieden; denn es hat sich ein solcher auch in den Gesteinen der Südwestküste von Panaria nachweisen lassen. Ich habe es früher wahrscheinlich gemacht, dass zur Zeit der letzten Ausbrüche des Vulkans das Meer bis über den Pizzo Falcone reichte, d. h. mehr als 160 m über den heutigen Spiegel.

Es ist nicht undenkbar und vielleicht wahrscheinlich, dass auch der Panaria-Vulkan einen Tuffmantel besessen habe, der die westliche Hälfte desselben bildete und durch die Erosion und Abrasion zerstört worden wäre. Der heutige Felsstock von Panaria bietet jedenfalls ein Beispiel für die Entstehung einheitlicher, mächtiger Gesteinsmassen durch Ausbrüche solcher Vulkane, die zu Zeiten auch heftige Eruptionen lockeren Materials erlebt haben. Ohne die auflagernden Reste dieses letzteren, welche mit der Zeit von der Oberfläche der Insel verschwinden werden, würde der Felsen schon jetzt als der Ueberrest eines massigen Vulkans erscheinen.

[1]) Siehe die Zusammenfassung am Schlusse der Abhandlung.

Ueber die frühere Gestalt des Basiluzzo habe ich schon Vermutungen geäussert. Ich halte ihn für den letzten Rest eines einheitlichen Lavastroms, welcher sich aus einem Bimssteinkrater nach Osten ergossen hat. Er stellt die jüngste Bildung der kleinen Inselgruppe dar.

Lisca bianca, Lisca nera, Bottaro, Dattilo und die Panarelli weisen unter einander Beziehungen auf, welche zunächst am deutlichsten durch das Studium ihrer Gesteine hervortreten.

Diese letzteren enthalten Hornblende, Plagioklas, Augit, daneben häufig Sanidin, Hypersthen und in grösseren oder geringeren Mengen als besonders charakteristischen Bestandteil Biotit. Dieser letztere liess sich im Gestein von Bottaro wegen der tiefgehenden Zersetzungserscheinungen nicht mit Sicherheit nachweisen. Quarz fand sich ausserdem in der Lava der Lisca nera. Am Strande von Dattilo sammelte ich zwei verschiedene Gesteine: das eine war ein Geröll, imprägniert mit Pyrit, und zeigte im Dünnschliff trachytischen Habitus, dabei u. a. auffallenden Gehalt von Sanidin, frischen Biotit und etwas Olivin. Das andere, ein Stück von plattiger Absonderung, stammte offenbar aus den oberen Teilen der Klippe. Seine Struktur war mehr eine andesitische, neben Sanidin und Biotit waren gleichfalls wiederum Olivinkörner eine auffallende Erscheinung.

In dem porösen Gestein der Panarelli erkennt schon das blosse Auge ohne weiteres einen sehr auffallenden Gehalt an rotbraunem Biotit. Das Mikroskop lässt trachytische Struktur und Plagioklas, Sanidin, Biotit, Hornblende und Augit, daneben sehr hübschen Hypersthen wahrnehmen.

Das Gestein dieser Klippen stellt einen Glimmer-Hornblende-Andesit dar, der nach seinem Mineralgehalt und seiner Struktur häufig deutliche Uebergänge nach den Trachyten zeigt.

Die von Abich[1]) mitgeteilte teilweise Analyse des „Trachy-Dolerits" von der Lisca nera ergab folgende Bestandteile:

SiO_2	57,67
Al_2O_3	11,94
Fe_2O_3	6,41
CaO	7,72
MgO	7,02
Mn_2O_3	0,30
	91,06

Die soeben nach ihrer petrographischen Natur besprochenen Klippen sind die höchsten Spitzen eines Felswalles von halbkreisförmiger Gestalt, der bereits bei einer Senkung des Meeresspiegels um 20 m trocken gelegt würde. Dieser breite Ring ist nach Norden geöffnet und sein Gehänge ist nach dieser Richtung etwas flacher als gegen Süden. Von Panaria ist er durch Tiefen bis zu 45 m geschieden. Ich überschätze weder das Gewicht der zuletzt skizzierten Verhältnisse, noch das der verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen der Gesteinsnatur der Klippen. Aber ich glaube, dass beide mit einander berechtigen, in letzteren die höchsten Gipfel eines nach Norden geöffneten Kraters zu erblicken. Ob aber dieser letztere älter oder jünger ist als Panaria, entzieht sich der Entscheidung.

Es erübrigt noch, über das Gestein der Formiche weniges zu sagen. Es ist ein hornblendeführender Augitandesit, der in mancher Beziehung von dem Gestein von Panaria abweicht. Die Oberfläche der Felsen ist von einer merkwürdigen, glasurähnlichen Kruste überkleidet. Bezüglich der Entstehung dieser Klippen wird man sich aller Vermutungen enthalten müssen.

[1]) 1841, 108.

Das gesamte Gebiet von Panaria stellt die letzten Reste eines Vulkanstockes dar, welcher, ähnlich Lipari, aus einer Reihe von Kegeln bestanden hatte; diese sind teilweise allmählich der Erosion zum Opfer gefallen.

Mit der Deutung der Felseninsel und der sie umlagernden Klippen hat man sich schon lange beschäftigt. Dolomieu[1]) war davon überzeugt, dass sie alle dereinst einen ungeheuren Krater von etwa 6 Meilen Durchmesser gebildet hätten und Spallanzani[2]) ist nicht abgeneigt, sich dieser Auffassung anzuschliessen. In viel bestimmterer Form hat Hoffmann[3]) den gleichen Glauben vertreten, und seine Ausführungen sind zu geistvoll und für die damaligen Ansichten vom Wesen der Vulkane zu charakteristisch, als dass ich mir versagen könnte, sie wenigstens im Auszug wiederzugeben. Nach Hoffmanns Meinung stellt Panaria samt seinem Insel- und Klippenschwarm die Reste eines ungeheuren Vulkans, ein ausgezeichnetes Beispiel eines Erhebungskraters dar. Dort habe sich die Erdkruste emporgewölbt, gehoben von drängenden Gasen, und Panaria und die es umgebenden Felsen seien der Rand der gewaltigen Krateröffnung, durch welche die Dämpfe entwichen. Niemals habe es dort auch Eruptionen lockeren Materials gegeben, zur Bildung eines Eruptionskegels sei es nicht mehr gekommen. Dagegen hätten die unterirdischen Dämpfe und Lavamassen einen Ausweg gefunden in seitlichen Spalten, welche durch jene Katastrophe sich öffneten und welche von dem Erhebungskrater nach drei Richtungen ausstrahlten: über ihnen habe die ganze vielgestaltige Vulkanwelt sich aufgebaut, die jetzt die äolischen Inseln darstellt. „Die Ausbrüche „der Feueresse, welche den Meeresboden hier aufsprengte, sind sogleich von dem Mittelpunkte „der Zerreissung nach dem Umfange hin ausgewichen und auseinander getrieben worden, „und so wie stets der Bildung einer Eruptionsspalte an den Abhängen des Aetna ein Aufsteigen „der Lavasäule in dem Inneren des Kraterschlotes vorausgeht, so hat auch der Druck in dem „niemals vollendeten Centralkrater dieser Inseln die Oberfläche des Meeresgrundes durch „mehrfache Eruptionsspalten zerrissen, welche mehr oder minder dauernd den unterirdischen „Dämpfen und der Lavamasse den Abfluss gestatteten. Diese Kraft muss excentrisch und „strahlenförmig aus sehr grosser Tiefe gewirkt haben; doch der Ofenschacht zersprang an „seinen Seitenwänden, um der Hauptöffnung die Nahrung zu entreissen, und den Dämpfen „öffneten sich bleibend gewordene Abzugskanäle, da wo sonst nur zuweilen Parasiten„kegel eines Nebenausbruchs hätten entstehen können. Der Centralkegel ist hier geboren „worden, aber völlig unentwickelt geblieben, und die Seitenspalten des Hauptvulkans haben „die Thätigkeit ihres Mittelpunktes zu sich herübergezogen."

Auch Judd[4]) sieht in der Gruppe von Panaria einen grossen Centralvulkan, den Mittelpunkt für das ganze Spaltensystem. Die Abbildung, welche er auf Lipari, also etwa 20 km von den Inseln entfernt, entworfen hat, zeigt mehr, als er von dort aus hätte sehen können; der Wechsel zwischen Tuff- und Lavenbänken, von dem er im Text spricht und die er auch auf der Zeichnung der Lisca nera und bianca und am Bottaro andeutet, existiert nicht.

Cortese[5]) erblickt in Panaria einen grossen, teilweise zerstörten Kegel und glaubt an seiner Ostseite die Andeutungen zweier Adventivkrater (in der Contrada Ditello und in der „Fossa", der kleinen Thalmulde am Fuss des Pizzo Falcone) zu erkennen.[6]) Die Klippen sind auch nach seiner Meinung nur die höchsten Punkte eines Kraterwalles, und die Caldaie

[1]) 1783, S. 105. [2]) II, S. 135. [3]) 1832, S. 81—85. [4]) S. 8—10. [5]) 1892, 56. [6]) Siehe hiergegen oben S. 55.

bezeichnen dann möglicherweise dessen Mittelpunkt. Basiluzzo endlich wäre der letzte Rest eines selbständigen Kegels. Sabatini[1]) verzeichnet die Ansicht Dolomieus und spricht sich nur dagegen aus, auch den durch sein saures Gestein so ausgezeichneten Basiluzzo in den Ringwall mit einzubeziehen.

Hoffmanns oben skizzierte Theorie von dem Zusammenhang zwischen der Entstehung des Erhebungskraters von Panaria und derjenigen des äolischen Vulkansystems ergiebt von selbst, dass das Emporsteigen des ersteren den „ersten und gewiss würdigen Akt der Thätigkeit“ bezeichnet, welche das letztere gebildet hat. Panaria wäre die älteste der äolischen Inseln; es schien das Hoffmann um so wahrscheinlicher, als er in den eigentümlichen Gesteinen der kleinen Gruppe nur krystalline Schiefergesteine und Granite erblickte, die durch die Wirkung der hebenden Kraft aufgelockert und verändert worden seien. Neuerdings ist auch Süss[2]) in seinem bekannten und oft citierten Werke der Auffassung jenes Geologen beigetreten, wonach Panaria und seine Begleiter die Anfangsgebilde, der Mittelpunkt des Spaltensystems sein sollen. Da es nun ganz und gar nicht anzunehmen ist, dass dort jemals der von Dolomieu, Hoffmann und Judd vermutete grosse Centralkrater bestanden habe, — den man höchst willkürlich aus einer Anzahl von Felsen zusammenkonstruierte, die nicht einmal ringförmig gelagert sind, — so bleibt noch die Frage zu erörtern, ob vielleicht andere Anzeichen für ein besonders hohes Alter des Panariastockes sprechen. Ich habe früher schon auf die Terrassenbildung aufmerksam gemacht, welche sich auf Panaria bis zur Höhe von etwa 150 m beobachten lässt; sie bedingt ein immerhin hohes Alter. Es wird sich indessen später zeigen, dass auch relativ junge Bildungen, wie z. B. die des Cordieritandesitstroms zu Lipari, noch unter Wasser vor sich gegangen sind, das reichlich 200 m höher stand als der Seespiegel von heutzutage. Es liegt also keinerlei Grund vor, Panaria als die älteste Bildung des äolischen Archipels aufzufassen. Weit mehr Berechtigung hat im Gegenteil die Annahme, dass die Insel jünger ist als gewisse basaltische Gebilde der Inselgruppe. Es wird sich ferner später erweisen, dass im Gebiete der liparischen Inseln mit ganz wenig Ausnahmen die Vulkane Laven mit abnehmender Basicität gefördert haben, und die Gruppe von Panaria birgt selbst in sich ein Beispiel dafür: der Basiluzzo (72,19 % SiO_2) ist zweifellos jünger als die basischeren Gesteine der Hauptinsel (61,39—66,11 %). Der Kieselsäuregehalt des letzteren aber weist Panaria seine Stellung inmitten der Gebilde von mittlerem Alter an und diese wird, soweit mir bewusst ist, durch keine Thatsachen erschüttert. Es spricht nichts dawider, dass die Insel gleichalterig ist mit gewissen Kuppen auf Filicudi (Montagnola und Capo Graziano), die gleichfalls vollkommen massige Struktur besitzen und deren Gestein in manchen Stücken dem von Panaria recht ähnlich ist. Der Glimmer-Hornblendeandesit des Graziano enthält 62,20 % Kieselsäure, und an der Montagnola lässt sich der sichere Beweis erbringen, dass sie jünger ist als der Augitandesit der Insel Filicudi.

---

[1]) 1892, S. 92. [2]) Antlitz der Erde, I, 113.

Versucht man zum Schluss noch einen Ueberblick über die zeitliche Folge der Ereignisse zu gewinnen, welche sich am Panariastock abspielten und sichtbare Spuren hinterlassen haben, so lassen sich dieselben in folgender Zeittafel darstellen.

1) Submarine Entstehung des grossen Kegels von Panaria; noch in später Zeit Eruptionen unter Förderung von Bomben, Lapilli und Aschen; Terrassenbildung durch das Meer.

   Wohl um dieselbe Zeit Bildung eines Kraters, dessen Ruinen in der Lisca bianca, dem Bottaro, der Lisca nera und dem Dattilo nebst den Panarelli über das Meer ragen.

2) Eruption des Basiluzzo; sein Tuffmantel wird zerstört, das Material auf der untersten Terrasse von Panaria angeschwemmt.

3) Bildung der lössartigen, subaëren Tuffe von brauner Farbe auf der trockengelegten Insel.

Ich verlasse Panaria und seine malerische Klippenwelt, indem ich es späteren Geologen anheimstellen muss, die Beziehungen zwischen den Gesteinsvarietäten der Insel zu studieren. Eine genaue Untersuchung der westlichen Küstenwände könnte zu manch' hübschem Resultate führen und, so einheitlich auch der Felskoloss zu sein scheint, doch über gewisse Altersunterschiede zwischen den dichten dunklen und den trachytartigen hellen Gesteinen aufklären. Vielleicht fände sich auch eine Erklärung dafür, warum gerade die Bomben am Pizzo Falcone durch einen Olivingehalt ausgezeichnet sind.

III. Salina.

Litteratur.

1783. *Dolomieu, Déodat de, Voyage aux îles de Lipari. 1783.

1792—97. *Spallanzani, L., Viaggi alle due Sicilie. II. Bd. 1792.

1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia e delle isole che le sono intorno.

1832. *Hoffmann, Friedr., Ueber die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln. Annalen der Physik und Chemie CII. (XXVI.) 1832.

1874. Salino, F., Le isole di Lipari. Boll. Club alp. ital. VIII. 1874.

1874. Judd, W. J., Contribution to the study of Volcanoes. Geol. Magaz. (2) vol. II. 1875.

1883. Mercalli, G., Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia. Milano 1883.

1888. Mercalli, G., Studio comparativo dei fenomeni vulcanici osservati nell' arcipelago eolio durante il periodo eruttivo di Vulcano (1888). Annali Uff. centr. meteor. e geodin. Vol. X, parte IV. 1888.

1892. *E. Cortese e V. Sabatini, Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. 1892.

Uebersicht.

Schönheit des Inselprofils. — Grösse und Oberflächengestaltung. — I. Der Aufbau der Insel. 1) Fossa delle Felci, höchster Vulkan der Inselgruppe. — Deutlicher Krater. — Gestein: Pyroxenandesit. — Untergeordneter seitlicher Basaltausbruch. — 2) Monte dei Porri. — Krater. — Junge Schlacken im Val di Chiesa. — Gestein: Feldspatbasalt. — Struktur des Kegels. — Ist jünger als die Fossa. — 3) Monte Rivi. — Eine Vulkanruine; ältester Kegel auf Salina. — Das Innere eines Stratovulkans. — Aufrisse der Schiena della fontana und Profil längs der Nordküste von Salina. — Gestein: Feldspatbasalt. — 4) Der junge Krater von Pollara, die auffälligste Erscheinung auf der Insel. — Profil von der Valle della Spina bis zum Perciato grande. — Die Pollara-Bimssteine: Glimmerhornblendeandesit, verwandt mit dem Gestein des Filo della Branda. — Der alte Pollara-Krater. — Altersfolge der vulkanischen Ereignisse. — II. Die späteren Veränderungen. Spuren von Strandverschiebungen während der Quartärzeit. — Bimssteinvorkommnisse unbekannter Herkunft. — Von Lipari stammende Bimssteine nicht nachweisbar. — Die Tufflösse. — Alluvium. — Scheinbare einseitige Hebung der quartären Abrasionsterrasse bei Malfa und ihre Erklärung. — Zeitfolge der Ereignisse. — Letzte Spuren vulkanischer Thätigkeit; die „Sconcossi".

Didyme, die Zwillingsinsel, so hiess im Altertum Salina, die imposanteste und schönst geformte der liparischen Inseln; denn von Südwesten her gesehen scheint sie nur aus zwei mächtigen Vulkankegeln von fast gleicher Höhe und wunderbarer Regelmässigkeit zu bestehen. Die mächtige Erhebung dieser letzteren, der Fossa delle Felci bis zu 961 m, des Monte dei Porri bis 859 m, von denen die Fossa den höchsten Gipfel des Archipels überhaupt darstellt, steht im Einklang mit der Lage Salinas im Mittelpunkt der ganzen Inselgruppe. Diese centrale Stellung wird noch viel deutlicher durch die Betrachtung der

Seekarte: es erweist sich, dass es nur einer Senkung des Meeresspiegels um 100 m bedürfte, um NO von Salina eine Insel, 90 m hoch und fast so gross als Alicudi, hervortreten zu lassen; die Entfernung zwischen ihr und Salina wäre nicht grösser als diejenige von Salina nach Lipari. Es wäre eine flach aufsteigende Kuppe, höchst wahrscheinlich ein durch Abrasion abgestumpfter Vulkankegel, der, von Salina durch etwa 300 m tiefes Meer geschieden, hier in der Secca del Capo trocken gelegt würde. Eine zweite unterseeische Erhebung liegt etwas weiter westnordwestlich; über beider Beschaffenheit wird die Geologie wohl für immer ohne Aufklärung bleiben: ihre Ermittelung aber lässt die Ausdehnung des äolischen Centralstocks, den man mit Salina betritt, noch ausgedehnter, die Kegel dieser Insel mehr gegen sein Inneres gerückt erscheinen.

Mit 27 qkm ist Salina die zweitgrösste der Liparen. Betrachtet man sie von Südwesten, so verbirgt sich hinter den edelgeformten Hauptkegeln noch ein dritter Berg, die Ruine eines Vulkans, der früher die Fossa wohl noch an Höhe übertroffen haben mag, der Monte Rivi (*847 m). Dieser und die Fossa schmiegen sich so eng an einander, dass die 800 m hohe sattelförmige Einsenkung zwischen ihnen wenig tiefer als ihre Gipfel gelegen ist; da die beiden Kegel ausserdem, die Fossa nach Süden und Südosten, der Rivi nach Osten zu, steil, teilweise in Felswänden gegen das Meer abfallen, so schliessen sie den östlichen Teil der Insel mit den beiden Orten S. Marina und Lingua beinahe vollkommen gegen den Westen ab, der trotz des Umwegs rascher zur See als über die steilen und anstrengenden Bergpfade erreicht wird. Die durch Regengüsse vertiefte Thalbucht zwischen den beiden Bergen ist der Sitz einer reichen Rebenkultur, die übrigens auch die Hänge derselben bis hoch hinauf für sich gewonnen hat. Die baumartige Heide, der Erdbeerstrauch mit seinen scharlachroten, erfrischenden Früchten, Cistusgebüsch und Farrenkräuter überkleiden die Höhen mit einem schwerdurchdringlichen Gestrüppe.

S. Marina stellt nach Lipari den bedeutendsten Handelsplatz des Gebietes dar, und auch etwas Industrie beginnt sich dort zu regen. Bei Lingua liegen die Salzgärten, von welchen die Insel seit langer Zeit ihren Namen führt. Durch das Zusammentreffen zweier parallel den Küsten gerichteter, mit Schlamm beladener Strömungen ist nach Cortese[1]) jene, etwa 2 ha Oberfläche messende Lagune von Lingua entstanden, auf der heute in unsauberen Tümpeln das Salz gewonnen wird.

Die düsteren, schluchtendurchfurchten Berghänge, die dunklen oder roten Tuffmassen gestalten den östlichen Teil der Insel wenig anmutig. Weit heiterer ist der Anblick der Nordküste und des Landes zwischen den beiden Hauptkegeln, die Uferebene von Malfa und die Valle di Chiesa. Das Thal ist bedeckt mit Weingärten, in denen um weisse freundliche Häuschen die Malvasiatraube reift, und die Anmut der Landschaft wird erhöht durch die prächtige Gestalt des Porri, der den ganzen westlichen Teil der Insel beherrscht.

Man gelangt von S. Marina aus auf einem Bergpfad längs der Ostküste zum Leuchthause von Capo und betritt dort die gegen Westen breiter werdende Terrasse von Malfa; der Weg über diese ist zeitraubend, denn in die Tuffmassen hat die Erosion tiefe Thalschluchten gerissen. Von Malfa aus zieht sich ein Strässchen südwärts nach dem 285 m hohen Sattel zwischen dem Monte Porri und der Fossa delle felci; eine hübsche Kirche und ein Frauenkloster liegen dort am Berghange zwischen Reben, und von zwei Seiten

[1]) 1892, S. 24.

blinkt das Meer herauf nach diesem reizendsten Orte der liparischen Inseln. Von der Valle di Chiesa steigt man hinab nach Lena und nach dem Dorfe Rinella (Arenella).

Von Malfa aus westwärts blickend sieht man, dass die steile Seitenlinie des Porri-Kegels ausläuft in einen flachen, schon in der Ferne weiss erscheinenden Bergrücken von Bimssteinen, auf dessen unvermittelt zum Meere abstürzendem Ende ein Semaforo errichtet ist. Man würde nicht vermuten, dass hinter demselben, tief eingesenkt in ein circusförmiges Thal eine weitere behäbige Ortschaft, Pollara, gelegen ist. Ueber ihr steigt dort der Porri in fast senkrechten Wänden auf und der Blick schweift über die See hinüber nach den Inseln Filicudi und Alicudi.

Salina scheint bis jetzt noch wenig von Geologen besucht worden zu sein; als ich selbst mich vierzehn Tage auf der Insel aufhielt, habe ich mich hinreichend davon überzeugt, dass sie von allen ihren Schwestern — Alicudi ausgenommen — den Besuch am wenigsten lohnt. Das, was ich auf meinen anstrengenden, wenig anregenden Ausflügen kennen lernte, kann ich in eine kurze Beschreibung zusammenfassen.

Die Insel baut sich auf aus den Produkten von mindestens vier noch heute über dem Meeresspiegel wahrnehmbaren Vulkanen. Mit diesen letzteren und ihren derzeit noch auf ursprünglicher Lagerstätte befindlichen Produkten will ich mich zunächst befassen und mich dann den quartären Sedimenten zuwenden, welche aus verlagerten vulkanischen Massen bestehend, eine nicht unwichtige Rolle spielen.

Nach ihrer Wichtigkeit für die heutige Gestaltung der Insel werde ich die vier Vulkane in folgender Reihenfolge besprechen:[1])

1. Die Fossa delle felci.
2. Der Monte dei Porri.
3. Der Monte Rivi.
4. Der Krater von Pollara.

I. Die Fossa delle Felci.

Dieser 961 m hohe Vulkan erinnert in seiner Struktur ganz an den Urkegel des Stromboli, nur dass er ihn durch die Mächtigkeit seiner Lavaströme und Agglomeratmassen noch übertrifft. Vielleicht in noch grossartigerem Massstabe als dort sind hier an den Flanken, besonders an der Ostseite bei Lingua, durch Erosion und Auslockerung tiefe und breite Hochthäler ausgehöhlt, in denen Wein gebaut wird und auch — eine erquickende Abwechslung in der sonst so eintönigen Vegetation — vereinzelte Baumbestände von Espen und Kastanien sich finden. Wie die Karte zeigt, haben die Agglomerate, welche recht häufig eine tiefrote Färbung besitzen, ihre Hauptverbreitung gegen Salina und Lingua zu, während der Süd- und Westabhang aus dicken Massen über einander geschichteter Laven aufgebaut sind, durchrissen von steilen engen Schluchten. So führt der Fussweg von Rinella nach Lingua durch solch eine imposante Felslandschaft hoch über den steilen Uferwänden hin.

Wie schon Dolomieu unter Seufzen erfahren hat, ist die Besteigung der Fossa ein recht ermüdendes und ausserdem recht wenig lohnendes Unternehmen. Unter anstrengendem

---

[1]) Ihr entspricht ganz die frühere, noch von Hoffmann wiedergegebene Benennung der Berge: zu Anfang des Jahrhunderts hiess die Fossa der Monte Salvatore („Erlöserberg"), der Monte dei Porri ausser Monte della Valle di Spina auch Monte Vergine („Jungfrau") und der Rivi hiess Monachello („Mönch").

Steigen meist über lockere Lapilli, die in Bänken von mehreren Metern Mächtigkeit aufgeschlossen sind, gelangt man durch die Valle di Castagna hinauf nach dem Sattel, der in *800 m Höhe die Fossa vom Rivi trennt, und endlich nach dem Ringwall von festem, ungeschichteten Fels, welcher eine weite, allmählich gegen SW abfallende Mulde umschliesst. Diese letztere öffnet sich in der gleichen Richtung und besitzt einen Durchmesser von 600 bis 700 m; der Südwestrand derselben, wo sie mit ziemlich steilem Abbruch in den felsigen Abhang übergeht, liegt nach der Generalstabskarte etwa 100 m unter dem Gipfel des Ringwalles.

Fig. 7. Profil Pollara-Passo di Megna. Masstab 1:50000.

Keiner der älteren liparischen Vulkane lässt deutlichere Spuren eines alten Kraters wiedererkennen als die Fossa delle felci. Freilich muss die grosse Mulde nur als die letzte Andeutung eines solchen bezeichnet werden, die weder in ihrer Höhenlage noch in ihrer Ausdehnung dem Krater in seiner letzten Gestalt entspricht. Nach dem Erlöschen des Berges verfiel seine Oeffnung, Einbrüche werden anfangs den Krater vertieft haben, bis das von der Seite her stattfindende Abbröckeln von Material eine allmähliche Erhöhung seines Bodens und zugleich eine Erniedrigung des Randes, endlich auch eine Erweiterung des Kessels herbeiführte. Der Felswall des Gipfels besteht nicht aus Resten von Lavaströmen, aus deren Schichtköpfen, sondern es sind mehr oder weniger schlackige, massige Klippen, die ganz darauf schliessen lassen, dass hier wirklich Teile des Vulkan-Inneren freigelegt worden sind. Es wird sich noch mehrfach Gelegenheit bieten, ähnliche Betrachtungen an den Ruinen anderer äolischer Vulkane anzustellen, die dann später vielleicht dazu dienen mögen, ein zusammenhängendes Bild von ihrer inneren Beschaffenheit zu entwerfen.

Allenthalben wird der Gipfel des Berges bedeckt von braunen Tuffen, ganz ähnlich den lössartigen Tuffen Panarias und Liparis. In ihnen liegen eckige Gesteinsbrocken, die wohl der Zerstörung des Gipfels ihr Dasein verdanken. Schlacken (scorie), von denen Cortese sowohl im Texte[1]) spricht, als er sie auch auf der Karte

[1]) 1892, S. 20.

verzeichnet hat, habe ich weder hier noch an andern Stellen, wo sie nach Genanntem vorkommen sollen, angetroffen; solche schlackige Auswürflinge würden wohl den Krater eines noch gut erhaltenen Vulkans umgeben, an der Fossa delle felci aber ist dergleichen nicht mehr vorhanden.

Die Laven der Fossa sind zum grössten Teil ziemlich lichte, manchmal hellgraue Pyroxenandesite, mitunter, wie z. B. an der Südseite des Berges, mit sehr hohem Gehalt an rhombischem Pyroxen. Eine Prüfung des Pyroxenandesits vom Berghange nächst der Kirche von Valle di Chiesa ergab Herrn Dr. Glaser einen Kieselsäuregehalt von 60,29%.

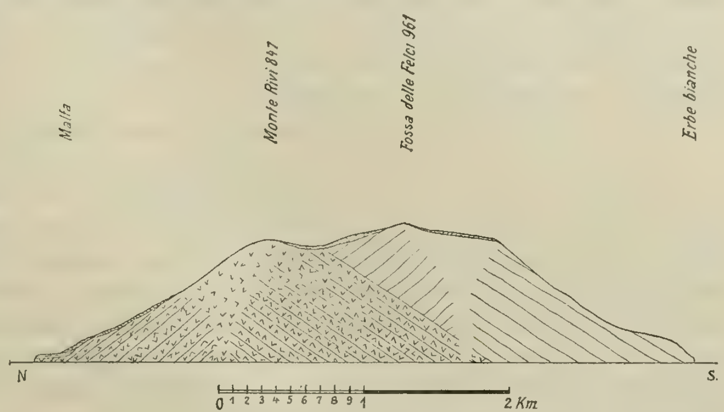


Fig. 8. Profil Malfa-Erbe bianche. (Zeichenerklärung siehe Fig. 7.) Massstab 1:50000.

Auch die bimssteinartigen, lichtgrauen Auswürflinge, die an der Portella zwischen Rinella und Lingua in *200 m Höhe zu beobachten sind, hinterlassen bei Behandlung mit Flusssäure viel zierliche Hypersthenkryställchen. Ausser den typischen Andesiten sind aber auch dunklere, olivinführende, den Basalten näherstehende Gesteine am Aufbau des Kegels beteiligt. Ich fand dieselben an seiner Basis in der Umgebung von Lingua. Es lässt sich schon der Karte entnehmen, dass der Abhang der Fossa sich dort etwas verflacht, und es möchte wohl sein, dass jene, in diesem Fall jüngeren, basaltähnlichen Laven einen seitlichen Erguss darstellen, der in solcher Weise die Regelmässigkeit der Kegelgestalt störte; es würde das dann an die Basaltmassen am Strande von Stromboli zwischen S. Vincenzo und Ginostra erinnern. Andererseits könnten die fraglichen Laven älter sein als die Andesite der Fossa, die sich dann über ihnen aufgebaut hätte. Eine endgültige Entscheidung lässt sich einstweilen nicht treffen. Nur so viel sei bemerkt, dass ihr Habitus jugendlicher ist als der der Andesite.

Der Bereich der Fossa-Laven dürfte sich im Westen nicht über die Punta di Megna erstrecken; jenseits derselben treten die Laven des Monte dei Porri an die Küste. Von diesem letzteren soll nunmehr die Rede sein.

2. Der Monte dei Porri.

Wer diesen Kegel nur von Malfa her besteigt und sich vom Gipfel nach der Valle di Chiesa begiebt, wird dem Berge noch weniger Interesse abzugewinnen vermögen als der Fossa. Bis zu einer Höhe von etwa *600 m beobachtet man am Nordostabhang des Kegels die weissen Tuffe, auf welche ich schon früher aufmerksam machte. Von jener Höhe an verhüllen dann die braunen Tuffe wiederum die Struktur des Berges. Der von Gestrüpp bewachsene, felsige Gipfel zeigt eine sehr deutliche muldenförmige Vertiefung, ganz ähnlich der auf der gegenüberliegenden Fossa, etwa 150 m Durchmesser haltend und ungefähr

30 m tief eingesenkt. Sie ist auch hier nach einer Seite, und zwar gegen NW geöffnet; in steilem Absturz bricht der Berghang dort gegen das in der Tiefe liegende Pollara ab. Ohne hier schon auf diese bemerkenswerte Erscheinung näher einzugehen, will ich zunächst das erwähnen, was mir sonst an der Oberfläche des Kegels aufgefallen ist. Der obere Teil des Berges ist auch gegen Osten zu bedeckt von den braunen Tuffen, die überhaupt, wie hier bemerkt werden soll, in unregelmässiger Weise an allen höher gelegenen Stellen der Insel auftreten.

Weit mehr Aufmerksamkeit verdienen die grossen Massen schlackiger Auswürflinge von roter oder schwarzer Farbe und doleritischem Aussehen, die am Osthange des Porri bis zu einer Höhe von 450 m lockere, schon in der Ferne erkennbare Halden bilden und merkwürdiger Weise auch am Abhange der Fossa delle felci hinansteigen. Schon durch ihren Olivingehalt und ihren basaltischen Charakter erinnern sie an das Gestein des Porri mehr als an das der Fossa; ihr Kieselsäuregehalt, der durch Herrn Dr. Glaser zu 53,96 % ermittelt wurde und mit demjenigen der Porrilaven (s. u.) fast genau übereinstimmt, dürfte entscheidend dafür sein, sie dem Porri zuzuschreiben und für die Produkte einer seiner letzten Eruptionen zu halten. Es sind das offenbar dieselben „scories noires“, welche Dolomieu[1]) neben „cendres grises“ als das den Vulkan zusammensetzende Material erwähnt. Im Unrecht ist der gedachte Reisende mit der weiteren Bemerkung, dass es auf den Flanken des Berges keine feste Lava gäbe. Denn, wenn auch weniger auffällig als an der Fossa oder am Stromboli, lassen sich Lavabänke doch an der Ostseite des Porri deutlich genug erkennen und seine Süd- und Südwestflanke scheint fast nur aus solchen Basaltströmen zu bestehen. Auch unter der oberflächlichen jüngeren Tuffbedeckung der Valle di Giovi am Wege von Malfa nach der Valle di Chiesa treten basaltische Lavaströme auf, welche mit Bestimmtheit dem Porri angehören; ebensolche überschreitet man weiterhin beim Eintritt in das Dorf Leni.

An der Südwestseite bricht die Bergflanke in einem Steilufer gegen die See zu ab; es bietet sich dort Gelegenheit, eine ganz entsprechende Struktur zu beobachten wie an der Südseite von Stromboli, und sie ist kaum weniger deutlich auf dem Landwege von Leni (oberhalb Rinella) gegen Pollara. Eine Vielzahl von zum Teil recht mächtigen, massigen Strömen (bis etwa 16 m mächtig) steigt vom Gipfel herab. Einförmig zeigen sich dieselben Verhältnisse etwa von der Punta di Marcello (Martello) bis an die Valle della Spina; da und dort unterbricht ein Lager von Agglomeraten die Aufeinanderfolge der Laven.

Jenseits der Valle della Spina wird der Geologe durch eine völlig veränderte Struktur des Kegels überrascht; davon soll weiter unten die Rede sein, während ich hier noch bemerken will, dass höchst wahrscheinlich auch die Lavamassen, die in steiler Felswand westlich Malfa an das Meer herantreten, gleichfalls dem Porri wenigstens in ihren oberen Teilen angehören dürften. Die Gesteine des Monte dei Porri sind echte doleritische Feldspatbasalte, im Vergleich zu den gleichfalls basaltischen Gesteinen des Monte Rivi von jugendlicherem Aussehen. Den Kieselsäuregehalt der frischen Lava von der Valle della Spina fand Dr. Glaser zu 54,09 %, also fast gleich demjenigen der obenerwähnten Auswürflinge von der Valle di Chiesa.

[1]) 1783, S. 91.

Es spricht nichts dafür, dass die Fossa jünger sei als der Porri. Vielmehr nehmen wie es scheint stets die Laven des letzteren ein höheres Niveau ein als die des ersteren, und nach der Oberflächenbildung besonders der Gegend von Leni und Rinella zu urteilen glaube ich annehmen zu dürfen, dass sie sich über dieselben ergossen haben. Dazu kommt noch, dass jene frischen Lapilli am Ostabhang des Porri, die nach ihrem petrographischen Charakter seinen geflossenen Laven so nahe stehen, auch die Gehänge der Fossa teilweise bedecken, so dass man nach allem wohl dazu berechtigt ist, den schönsten der liparischen Berge für den jüngsten Kegel Salinas zu halten.

3. Der Monte Rivi.

Hoffmann[1]) erwähnt denselben als einen „ursprünglich sehr ansehnlichen Krater, dessen ganze Nordwesthälfte weit hinunter zerstört worden" ist. In der That stellt der Rivi die Ruine des bedeutendsten der drei Salinakegel dar. Von Südosten her gesehen besitzt er die Gestalt eines von der Landspitze Capo aufsteigenden Rückens und erreicht nahe der Einsattelung zwischen ihm und der Fossa die Höhe von *847 m. Die dem Städtchen S. Marina zugewandte Seite besteht zum weitaus grössten Teile aus Agglomeraten rostroter oder schwärzlicher Lapilli und Schlacken in wenigen, aber desto mächtigeren Bänken, deren dem Berghange entsprechendes Einfallen keinen Zweifel darüber lässt, dass man es mit der Ruine eines selbständigen Vulkans zu thun habe; nur stellenweise begegnet man auf der Südost- und Ostseite Lavaströmen: so einer sehr mächtigen Bank am Serro del Perciato nahe der cisterna del Piano und einem ganz schlackigen Strom von roter Farbe nahe dem Capo. Zwischen letzterem und S. Marina werden die Tuffe auch von ein paar Gängen durchsetzt. Schon in der Ferne erkennt man deutlich, dass am oberen Ende der Valle della Castagna, oder vielmehr eines seiner kleinen Seitenthälchen, die obersten Lapillibänke des Rivi in diskordanter Lagerung von solchen der Fossa bedeckt werden; im übrigen gehen die Gehänge der beiden Berge allmählich in einander über, und der schon mehrfach erwähnte Sattel zwischen ihnen ist nur der niedrigste Teil eines auffällig flachen, von den braunen Lösstuffen bedeckten Rückens. Ueber diese Einsenkung gelangt man in einem Bachrisse, ungefähr auf der Schnittlinie der beiden Kegelmäntel, hinab nach der Valle di Chiesa. Der nach Westen gewandte, der Valle di Chiesa zugekehrte Abhang des Rivi zeigt sehr deutlich alle Kennzeichen eines Kegelfragmentes. Besonders erwähnenswert scheint mir zu sein, dass ein Lavastrom vom Gehänge der Fossa hinübergreift auf das seines Nachbarn, so dass beide Berge von ihm bedeckt sind. Freilich ist es nur ein kleiner Lappen, der noch jenseits des kleinen, die Grenze zwischen beiden Kegeln bildenden Thales am Abhange des Rivi sich in die Höhe zieht. Die jetzige, scheinbar sich gleichbleibende Mächtigkeit des Stromes dürfte wohl früher in dem Thale beträchtlicher gewesen sein: jedenfalls aber ergiebt sich auch aus dieser Wahrnehmung nur wiederum die Bestimmtheit, dass die Fossa noch nach dem Erlöschen, vielleicht auch erst nach einer teilweisen Denudation des Rivikegels thätig gewesen ist.

Gegen Nordwesten ist das Innere des Vulkans blossgelegt. Mit ziemlicher Steilheit fällt der Bergrücken gegen die nördliche Uferterrasse (den Piano del Capo, die Regione

[1]) 1832, S. 71.

Gramignazzi) ab, auf dieser Seite zum grossen Teil dicht bewachsen mit allerlei fast undurchdringlichem Strauchwerk, das sich auf jungem braunen Tuffe angesiedelt hat. Ich habe den Abhang auf vier Wegen durchwandert: Von der cisterna del Piano (auf dem Höhenrücken in *623 m) nach dem Capo und nach dem Gramignazzi, vom Monte Rivi durch die Schiena della Fontana nach Malfa und von dort durch die Schiena nach Valle di Chiesa. Sobald man den Höhenrücken überschreitet, hört die Wechsellagerung von Tuff- und Lavabänken auf und ganz unregelmässige, vollkommen strukturlose Klippen ragen aus dem felsigen Gehänge hervor. Sie haben nichts gemein mit jenen Gangplatten, wie sie manchmal an der Peripherie der Kegel hervorragen, sondern es sind schlackige Massen, die als Intrusionen vielleicht kleinere Hohlräume erfüllten, welche durch Einstürze entstanden waren; vielfach durchdringen sie, wie dies ganz besonders deutlich in der Schiena della fontana, in der rauhen Schlucht am Nordabhang des Rivi, zu sehen ist, Agglomerate von unregelmässiger Lagerung in dünnen Schnüren. All das lässt die Vorgänge ahnen, welche im Kern eines Vulkans, ja sogar nahe seinem Mantel sich abspielen, mit dessen regelmässiger Lagerung jener nicht mehr viel gemeinsam zu haben scheint: man wird wohl annehmen dürfen, dass Verrutschungen und Imprägnation der verrutschten Teile mit Lava in den inneren Partien eines Kegels dessen frühere Struktur vollkommen unkenntlich machen können.

Die angedeutete Beschaffenheit besitzt der Nordwestabhang des Rivi vom Pizzo di Mezzogiorno bis gegen das Capo. Der unterste Teil desselben wird verhüllt von jüngeren Ablagerungen, die eine sanftansteigende, in einer etwa 40 m hohen Wand gegen das Meer abbrechende Terrasse bilden.

Die Beschreibungdes Monte des Rivi selbst möge hier noch eine Besprechung der eigentlichen Unterlage jener Terrasse vervollständigen. Sie ist längs der ganzen Küste von S. Marina bis Malfa nahe dem Meeresspiegel aufgeschlossen und zeigt ausgezeichnete Durchschnitte des Tuff- und Lavenmantels des Vulkans: Die Bänke fallen bei S. Marina gegen Süden ein, treten bei Capo mit horizontalem Ausstrich an das Meer heran und sind weiterhin zwischen dem Vorgebirge und Malfa gegen Osten geneigt. Vielfach sind die regelmässig gelagerten Bänke von merkwürdigen, netzförmig verästelten Gängen durchbrochen, wie dies schon Hoffmann[1]) und später Judd[2]) wiedergegeben haben. Fig. 11 (S. 82) giebt eine Darstellung nach der Zeichnung des ersteren.

Das vom Rivi geförderte Material ist basaltischer Natur. Durch ihren Olivingehalt, der freilich recht schwankend ist, besonders aber durch ihre Struktur wird eine solche bekundet. Von hohem Interesse ist stellenweise ein hoher Reichtum an rhombischem Pyroxen, der dazu berechtigt, von Hypersthenbasalten zu sprechen. Den Kieselsäuregehalt eines Ganggesteins an der Nordküste fand cand. rer. nat. Bühner zu 51,48 %.

Der Rivi stellt die älteste Bildung der Insel Salina dar: es wurde früher schon darauf hingewiesen, dass sein südlicher Abhang stellenweise von den Tuffen der Fossa bedeckt ist, dass bei Valle di Chiesa auch Laven der letzteren auf ihn übergetreten sind. Es hat auch keiner von den drei Kegeln der Insel solche Zerstörung erfahren wie er. Wie an der Westküste von Panaria, so weist die Seekarte auch im Norden von Salina eine deutliche Abrasionsfläche von schwacher Neigung nach, welche sich bis über 1½ km weit ins Meer verfolgen lässt, um dann in eine Böschung von stärkerer Neigung über-

[1]) Taf. 1. [2]) S. 16.

zugehen. Bei 700 m Tiefe nimmt diese dann entgegengesetzten Sinn an und steigt zu der schon eingangs erwähnten Kuppe auf, welche noch von 250 m tiefer See bedeckt ist. Wie schon der kurze in Fig. 11 wiedergegebene Profilabschnitt erkennen lässt und später noch eingehender besprochen werden soll, neigt sich die Abrasionsfläche, über der die jungen Terrassenbildungen sich absetzten, nach Westen und verschwindet noch vor Malfa unter dem Meeresspiegel. An der Galera aber, dem östlichen Landeplatz dieses Ortes, findet sich ein Gesteinsgang, der wie ein kleiner natürlicher Molo in die See hinausragt, etwas weiter oberhalb liegt in dem Dorfe ein Steinbruch; beider Gestein lässt unter dem Mikroskop eine Verwandtschaft mit dem Gestein der Fossa erkennen. Jüngere Andesitgänge haben also den Monte Rivi durchbrochen, möglicherweise haben sich auch noch Laven der Fossa über seiner Abrasionsterrasse ausgebreitet. Letzteres gilt sicherlich von den Lavaströmen des Monte dei Porri, welche sich bei Malfa hoch über das Meer erheben, unter welchem weiter östlich die geröll- und tuffbedeckte Terrasse schon verschwunden ist.

4. Der Krater von Pollara.

Die hellen, schon in der Ferne deutlich unterscheidbaren Tuffe westlich von Malfa, ein Blick vom nordwestlichen Rand der Kratermulde auf dem Porri über die steilen nordwestlichen Felswände nach dem Thalkessel von Pollara lassen in jener Ecke Salinas ganz besondere Verhältnisse vermuten. Auch von der See her zeigen sich dem einigermassen geschärften Auge, sobald das Schiff um die Punta Valle la Spina biegt, Dinge, die das Interesse sofort in Spannung versetzen. Eine genauere Untersuchung lehrt in der That manches Neue und Lehrreiche in dem abgelegensten Winkel der Insel kennen.

Ich nehme die Umfahrt um den Porrikegel wieder auf, welche ich früher an der Valle della Spina unterbrochen hatte. Bis dorthin war eine regelmässige Folge von Strömen, dazwischen auch von Agglomeraten des Vulkans sichtbar gewesen; ein Gestein vom Strande unter der Valle della Spina besitzt noch ganz den basaltischen Charakter jener Laven. Jenseits derselben erhebt sich plötzlich eine Wand bis zu einem 450 m erreichenden Felsgipfel, dem Pizzo di Corvo. Blickt man durch die Valle della Spina nach oben, so sieht man deutlich genug, dass die Lavaschichten des Porri scharf an der Felswand abschneiden. Diese letztere ist rot gefärbt, und man bemerkt unverkennbare Spuren einer ziemlich ausgedehnten Fumarolenthätigkeit; die Felswand muss bereits bestanden haben, als an ihr vorbei der Porri seine Lavaströme ergoss, es beginnt also hier das Gebiet älterer Bildungen. An Stelle der ziemlich mächtigen Lavabänke des Porri treten jetzt zunächst dünnere, die, wie sich aus der Tiefe beobachten lässt, durch stärkere Agglomeratschichten von einander getrennt sind. Am sog. „kleinen Perciato“ [1]) stehen an der See feste, dichte Massen ausserordentlich grober, scheinbar mit Tuff verkitteter Breccie an, die nach allen Richtungen von Gängen durchbrochen werden. Weiter nördlich, etwa 80 m vom Filo di Branda entfernt, sieht man hübsche Verwerfungen, wobei die Verwerfungsklüfte mit Laven erfüllt wurden;

[1]) „Perciato“ ist ein natürlicher Tunnel oder eine Felspforte, wie z. B. die in dem bekannten Faraglione an der Südküste von Capri. Der in Rede stehende Perciato piccolo ist dadurch entstanden, dass die Wogen hinter einer massigen, parallel zur Küste verlaufenden Gangplatte die weniger widerstandsfähigen Agglomerate herausgelöst und fortgeführt haben.

die Verschiebungen betragen 1,5—2 m und sind kenntlich an einer die Agglomerate durchsetzenden Einlagerung von gelbbrauner Färbung. Das Innere eines alten Vulkans ist hier aufgeschlossen, und die Erscheinungen sind keine anderen als die, welche in der Schiena des Rivi und an der Westseite von Panaria, dort aber bei weitem nicht so grossartig, zu beobachten waren.

Dass man es hier mit einem Gebilde zu thun habe, das von der Entstehung des Porri unabhängig ist, geht aus der Gesteinsbeschaffenheit hervor. Die gesammelten Stücke sind ein Hornblende führender Pyroxenandesit mit mehr oder weniger Olivingehalt; dem gleichen petrographischen Typus gehört auch das Gestein des Faraglione, der etwa 400 m von der Küste entfernten Klippe, an.

Jenseits des Filo di Branda bietet sich wieder Neues dar: im Hintergrunde einer seichten Einbuchtung steigt eine 30—40 m hohe Wand von horizontalen gelblichgrau gefärbten Tuffen auf, und darüber liegt das freundliche Dörfchen Pollara mit seinen reichen Weingärten. Die steilen Felswände des Filo di Branda treten im Bogen zurück und umschliessen zusammen mit dem von Bimssteinen gebildeten, schon mehrfach erwähnten



Fig. 9. Schematischer Schnitt durch die Nordwestecke von Salina von der Torre del Vescovo bis zur P. Fontanelle. Die den M. dei Porri zusammensetzenden dickbankigen Basaltmassen b stossen in der Valle della Spina gegen die andesitischen Laven a eines älteren zerstörten Kegels. a' a'' Kernbreccien des letzteren, durchsetzt von Gängen, a''' horizontal ausstreichende, gleichfalls andesitische Lavaströme unter dem Semaforo. Die älteren andesitischen Massen sind bei d durchbrochen vom Pollarakrater: c dessen primärer Bimssteinwall, übergehend in die Gestalt des M. dei Porri, d die submarine, aus verlagertem Bimsstein bestehende Tuffbedeckung des Kraterbodens.

Höhenrücken halbkreisförmig das Dorf. Durch die lichte Farbe seiner Tuffe unterscheidet sich dieser Platz sofort von der ganzen übrigen Insel, ja man glaubt sich mit einem Male in die Bimssteingegenden Liparis versetzt. Die gut geschichteten Tuffe sind unschwer als submarine Ablagerungen zu erkennen; alsbald aber zeigt es sich, dass sie nur durch eine Verlagerung der weissen Massen entstanden sind, welche den ganzen Abhang des Serro di Pollara — den oben erwähnten Höhenrücken — bedecken, und dass dieser letztere den einzigen erhaltenen Teil eines Kraterwalles von beträchtlicher Höhe, des Vulkans von Pollara, darstellt. Das obenstehende Profil (Fig. 9) veranschaulicht die Verhältnisse von der Torre del Vescovo bis gegen die Punta Fontanelle in schematischer Weise. Man erkennt, wie am Südwestabfall des Serro noch deutlich die ursprüngliche, nach innen gerichtete Neigung der alten Tuffbänke erhalten ist. Schon durch die hellere Färbung sind diese von der submarinen Bedeckung des Kraterbodens deutlich genug zu unterscheiden. Etwa von der Punta di Perciato (Perciato grande) an, wo die Barke zum zweitenmale durch ein weitgeöffnetes Felsenthor gleitet, bilden wieder Lavaströme wechsellagernd mit ihren Schlacken senkrecht aufsteigende unzugängliche Wände; eine von dort entnommene Gesteinsprobe zeigt ähnliche Beschaffenheit wie die Andesite vom Filo di Branda und Faraglione, ist indessen scheinbar frei von Horn-

blende. Nur die Basis jener Wände besteht aus festem Fels, darüber breiten sich, vom Scheitel des Serro beiderseits geneigt, die weissen Tuffbänke des Pollarakraters aus, gegen Malfa zu sich mehr und mehr verflachend, an Mächtigkeit abnehmend. Leider hinderten mich die Dämmerung und der Wellengang an der Untersuchung des von Klippen nicht freien Küstensteilrandes östlich der Punta Fontanelle. Ich kann daher nur berichten, dass derselbe bis an die Galera aus einer Wechselfolge von Lavaströmen besteht. Ich glaube gelegentlich einer Fahrt mit dem Dampfboote gesehen zu haben, dass zwei verschiedene Komplexe von Strömen die Steilwand zusammensetzen; diese Erinnerung stammt aus den ersten Tagen meiner Reise und ich hielt wohl die Wahrnehmung für belanglos, denn ich finde keine Aufzeichnung darüber. In der That ist es höchst wahrscheinlich, dass die Laven des Porri den Untergrund der Regione Porri bei Mona nächst Malfa ausmachen. Zudem aber ist das Gestein nahe dem Perciato unterhalb des Semaforo verschieden von den Porrilaven und den alten Andesitbildungen an der Branda verwandt. Ich gebe die Verhältnisse auf der geologischen Karte so wieder, wie ich sie für am wahrscheinlichsten halte.

Eine Untersuchung zu Lande bestätigte die bei der Umfahrt gewonnene Ansicht, dass man es in dem Circus von Pollara mit einem besonderen Krater zu thun habe. Geht man von Malfa dem Serro di Pollara zu, so betritt man alsbald das Gebiet der weissen Bimssteine, welche überall als jüngste Gebilde zu Tage liegen und überhaupt die jugendlichste Bildung auf der ganzen Insel darstellen. Sogar die lössartigen Tuffe werden noch von ihnen bedeckt, wie sich mehrfach in Thalrissen nachweisen lässt.

Es ist nun an der Zeit, über die Beschaffenheit und das eigentliche Wesen dieser Bimssteintuffe zu sprechen. Von den Bimssteinen Liparis unterscheiden sie sich wesentlich durch die mehr grauliche Färbung und durch ihre grössere Dichte; sie sind voll von krystallisierten Einschlüssen und gehen niemals über in Obsidiane, sondern nur in gebänderte dunkle Massen von dichtem Andesit. Stücke dieses letzteren, welche keine Aufblähung erkennen lassen, sind, wie zu erwarten, keine seltenen Erscheinungen. Schon mit freiem Auge erkennt man als sehr charakteristischen Bestandteil dunkle Glimmerblättchen; in dem Rückstand, welcher nach kurzer Behandlung mit Flusssäure aus den zerkleinerten Bimssteinen hinterbleibt, bestimmte ich ausser dem Biotit viel Hornblende, Augit, Olivin, Plagioklas, Eisenerze und unmerkliche Mengen von rhombischem Pyroxen. Den Kieselsäuregehalt einer Bimssteinprobe vom Serro di Pollara fanden die Herren Bühner und Postius zu 65,18 bezw. 65,78%.

Die Lagerung der Tuffe ist eine flache, gegen den Serro ansteigend. Hat man die Höhe des letzteren (300 m) erreicht, so steht man vor einem halbkreisförmigen Thalkessel, dessen Boden bedeckt ist von lichten Tuffmassen, nämlich den submarinen, vorher erwähnten Bildungen. Beim Abstieg dorthin fällt sofort das nach innen gerichtete Einfallen der Schichten auf, zudem aber mehren sich lose Blöcke von oft recht beträchtlichen Ausmassen, die zwischen den Tuffen liegen und mitunter durch ihre prächtigen, grossen Plagioklaseinsprenglinge ausgezeichnet sind. Wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, sind sie nicht verschieden von den schon früher erörterten Laven der Branda, des Faraglione und des Perciato, bald durch einen Hornblendegehalt ausgezeichnet, bald ohne solchen, wohl stets Olivin führend und von andesitischem Charakter. An einer Stelle unterhalb des Semaforo ist ein schlackiger Lavastrom zum Teile freigelegt, der, aus seinem Hornblendegehalt zu schliessen, jenen Andesiten zugehört.

Schon ein kurzer Besuch in Pollara genügt, um sich von der Verschiedenheit der Tuffe des Thalbodens von denjenigen des Serro zu überzeugen; letztere besitzen ihre

ursprüngliche Lagerung, erstere sind verlagert. Die Tiefe des Thales beträgt etwa 250 m; sie ist geringer, als die Tiefe des Kraters war, angesichts dessen Ruine man hier steht, und dessen Rand einerseits erniedrigt, dessen Boden andererseits zu gleicher Zeit erhöht worden ist. Mit Ausnahme der Tuffe am Serro di Pollara und vielleicht derjenigen oberhalb des Capo Torre del Vescovo, die Cortese auf seiner Karte verzeichnet und die ich, ihm folgend, gleichfalls eingetragen habe, dürften keine Auswurfsprodukte des Pollaravulkans mehr auf primärer Stätte liegen. Nach dem soeben Beschriebenen trage ich kein Bedenken, in dem Thalcircus von Pollara einen verhältnismässig jungen Krater zu erblicken. Schon die Karte giebt sehr deutlich die halbkreisförmige Gestalt seiner erhaltenen Umgrenzung wieder.

Hoffmann[1]) hat bereits die Verhältnisse dieses Thales berührt und als eine beachtenswerte Erscheinung erwähnt. Er war geneigt, in ihm zuerst einen untergeordneten Seitenkrater des Monte Porri zu vermuten; doch fehlten „dazu die concentrisch von ihr abfallenden Schichtenbildungen“. Er sah wohl die horizontal gelagerten Tuffe auf dem Thalboden, unterschied sie aber nicht von den über den Serro gelagerten. Seitdem hat sich erst Cortese[2]) wieder mit den eigentümlichen weissen Tuffen abgegeben; er ist geneigt, sie für die letzten Produkte des Porri zu halten. Demgegenüber braucht nur erwähnt zu werden, dass der Porri schon sehr stark verfallen und sicherlich nicht mehr thätig war, als jene an die Oberfläche gefördert wurden: denn ebendieselben braunen Tufflösse, welche den verfallenen Krater des Kegels bedecken, werden bei Malfa von den Pollaratuffen überlagert.

Aus allem, was ich über die Nordwestecke der Insel Salina im Vorhergehenden gesagt habe, ergiebt sich, dass jene Gegend schon seit früher Zeit der Schauplatz von Eruptionen gewesen ist und ihre Gestaltung gar mannigfache Abschnitte durchlaufen hat. Zuerst bestand ein andesitischer Vulkan, dessen Reste im Filo di Branda, im Pizzo di Corvo, und wohl auch im untersten Teil der Pollara umgebenden Felswand erhalten sind; auch der Faraglione ist ein Bruchstück desselben und Laven des Vulkans stehen unterhalb des Semaforo an. Ein Ereignis irgendwelcher Art, höchst wahrscheinlich ein Einsturz, hat den andesitischen Kegel bis auf einige Reste zerstört; dass es sich wohl nur um einen solchen Vorgang gehandelt hat, dürfte mit einiger Sicherheit seine Bestätigung darin finden, dass die Seekarte in der Nähe der Valle della Spina die grosse Tiefe von 238 m verzeichnet. Auch die Fumarolen, welche sich dort bemerkbar machten, mögen im Zusammenhange mit besagtem Abbruche stehen. Neben und über der Ruine baute sich dann der Porri mit seinen basaltischen Laven und Tuffen auf.

Lange nachdem im übrigen alle vulkanische Thätigkeit auf der Insel zum Erlöschen gekommen war, scheinen noch kleine Einbrüche an ihrer Nordwestecke zur Bildung des Vulkanembryos geführt zu haben, dessen Reste im Pollarakrater erhalten sind: sehr bedeutend kann das Ereignis nicht gewesen sein, denn sonst wäre der Faraglione nicht in so unmittelbarer Nähe der Küste erhalten, und überdies zieht sich noch eine auffallend breite Abrasionsterrasse in nordwestlicher Richtung unter dem Meeresspiegel hin. Die Natur des geförderten Materials, welches, abgesehen von den grossen, wohl der durchbrochenen Decke entstammenden massigen Blöcken, aus glimmerführendem Andesit besteht, verweist auf den gleichen Herd, dem der am frühesten thätige Vulkan seine Laven entnahm und die Eruption des

[1]) 1832, S. 72, 73. [2]) 1892, S. 20, 21.

Pollarakraters dürfte wohl nur als ein spätes, letztes Wiedererwachen des alten Andesitkegels anzusehen sein.

Im Vorstehenden gab ich eine Beschreibung der vier Vulkane von Salina und ich möchte, dieselbe beschliessend, nur noch auf die Altersfolge derselben hinweisen, wie sie sich als sicher oder wahrscheinlich ergiebt. Es besteht folgende Reihe:

1. Der Rivi.
2. Die Fossa delle Felci (und der alte Pollaravulkan?).
3. Der Monte dei Porri.
4. Der Pollarakrater.

Die quartären Uferterrassen.

Ich gehe nunmehr über zu einer eingehenderen Erörterung der submarinen Ablagerungen, die auf eine Aufbereitung und Verlagerung des vulkanischen Materials zurückzuführen sind. Auf keiner der anderen Inseln sind dieselben mit gleicher Klarheit wie auf Salina zu beobachten, und sie mögen daher hier um so eingehender besprochen werden.

Es scheint mir nicht zweifelhaft, dass zur Zeit der Eruption der Fossa und des Porri das Meer bis in Höhen von mindestens 400 m über den jetzigen Spiegel reichte, und Cortese mag wohl recht haben, wenn er vermutet, jene beiden Berge seien seinerzeit durch einen Meeresarm von einander getrennt gewesen. Der Beweis hiefür lässt sich schwerlich auf der Insel Salina selbst erholen, die Verhältnisse auf dem nahe gelegenen Lipari, wo sich geröllführende Ablagerungen bis in ziemliche Höhe und über noch recht jungen Gebilden vorfinden, machen die Annahme indessen überaus wahrscheinlich. Nahe S. Marina konnte ich marine Sedimente noch in einer Höhe von etwa *80 m nachweisen; aber auch der Untergrund der Valle di Chiesa dürfte aus solchen bestehen, den sicheren Nachweis aber verhindern die Kultivierung des Bodens, welche die alten Lagerungsverhältnisse gestört hat, oder der braune Tufflöss, welcher die unkultivierten Stellen bedeckt. Ein höherer Stand des Meeresspiegels hat auf Salina wie auf der Mehrzahl der anderen Inseln und an den Küsten des benachbarten Festlandes seine Spuren in einer Terrassierung hinterlassen. Undeutliche Anzeichen mehrerer Stufen habe ich nur bei S. Marina zu erkennen geglaubt; im übrigen ist es nur eine Strandterrasse, welche die Insel im halben Umkreise umzieht und welche die folgenden Bemerkungen betreffen. Sie beginnt im Südosten zwischen der Punta Brigantino und der Punta Grottazza und lässt sich längs der Ost- und Nordküste bis nach Malfa verfolgen. Kaum irgendwo liegt die nackte Abrasionsfläche zu Tage, sondern sie ist bedeckt mit mehr oder weniger mächtigen Ablagerungen von Geröllen und verlagertem lockeren Material der Vulkane, das leicht verkittet ist; eine eingehendere Untersuchung dieser vielfach zersetzten Massen könnte kaum etwas Bemerkenswertes fördern. Die Oberflächen der alten Abrasionsterrasse und der jüngeren Aufschüttung sind keineswegs immer parallel, auch die absolute Höhe der ersteren ist eine recht schwankende. In kurzen Zügen will ich im Nachstehenden das Bemerkenswerteste über den östlichen und nördlichen Küstensaum hervorheben.

Nächst der Punta Grottazza sah ich wenige Meter über dem Meer eine Terrasse und auf derselben ganz geringe Reste einer Geröllschicht. Nach Cortese sollen sie sich auch bei Lingua finden. Etwa 8 m über dem Meeresspiegel verläuft eine schmale Terrasse südlich des Pozzo d' Agnello, und ich habe umstehendes Profil (Fig. 10) dortselbst gezeichnet.

Der Andesitgang, die groben Bombenschichten und die feinen Tufflagen sind von der gleichen Fläche nach oben abgeschnitten worden, ohne dass etwa die Gangplatte wie eine Klippe in die Geröll- und Detritusmassen hineinragte.

Fig. 10. Zwischen Lingua und S. Marina am Meere. Von einem Gange durchbrochene Agglomerat- und Tuffschichten der Fossa delle Felci, durch Abrasion scharf abgeschnitten, überlagert von quartären Meeresablagerungen. Höhe des Profils etwa 12 m.

Vom Piano del Barone bis gegen Malfa hin sind die Verhältnisse von der See aus in einem fortlaufenden Profil ausgezeichnet zu beobachten. Zunächst erkennt man, dass die jungen Gebilde stets unterlagert sind von einer mehr oder weniger mächtigen Bank von oft gewaltigen Geröllen, die 50—60 cm, ja 1 m und vielleicht noch mehr Durchmesser besitzen. Diese Schotterschichten können sich in wechselnden Horizonten wiederholen. Zwischen ihnen liegen Massen von Detritus und zusammengeschwemmte Lapilli. Versteinerungen sind nirgends wahrzunehmen, was vielleicht begreiflich erscheint, wenn man an die Gewalt der Brandung denkt, welche Gerölle der genannten Dimensionen erzeugen konnte. Am Piano del Barone stehen die Schotter noch am Meeresspiegel an. Sie wurden ausgewaschen und die Vertiefungen mit Aluvium ausgefüllt, von dem später die Rede sein soll. Unter den Geröllmassen steigen am Passo di Megna die Agglomerate des Rivi in südwärts fallenden Bänken auf, an der Portella, dem höchsten Punkt am Wege zwischen S. Marina und dem Capo, ausgezeichnet durch tief-

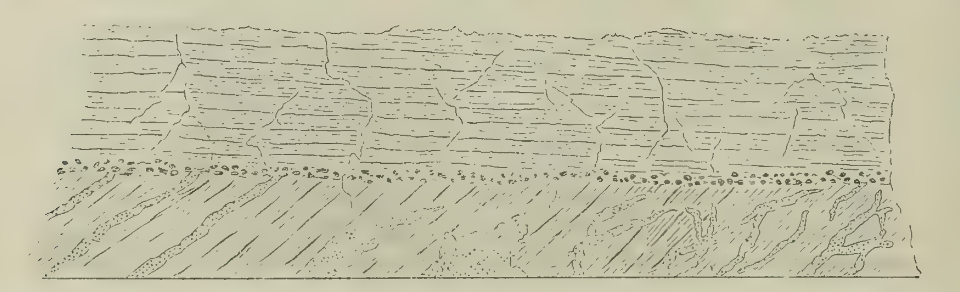


Fig. 11. An der Nordküste von Salina, zwischen Malfa und Capo. (Nach Hoffmann). An der Basis die gegen NO einfallenden Tuff- und Lavenbänke und Gänge des Monte Rivi, abradiert und überlagert von einer gegen W schwach geneigten Geröllschicht; darüber die quartären Strandablagerungen. Gesamthöhe des Profils ca. 45 m.

rote Färbung. Am Capo liegt die unterste Geröllbank *24 m über dem Meere; von dort an sinkt ihr Niveau auffällig gegen Malfa zu, und am Ausgang des Vallonazzo, der die Regione Gramignazzi in einer Tiefe von *70 m bis zum Meer hinab durchschneidet, liegt dieselbe 1,6 m mächtig nur noch 2,5 m über der See, und bald darauf verschwinden die alten Bildungen des Rivi samt der darauf liegenden Blockschichte unter derselben. Ueberall ruht auf den verlagerten Tuffen der braune Tufflöss. Eine der obersten Schichten unter dem letzteren, etwa 0,4 m mächtig, bildet am Vallonazzo ein Bimssteinlager, dessen eckige Stücke identisch sind mit den Pollara-Auswürflingen. In tieferen Horizonten, als sie im Vallonazzo aufgeschlossen sind, habe ich dergleichen nicht gefunden.

Uebrigens liegt mir noch ein anderes Stück eines ausgezeichneten Bimssteines aus der Gegend von Malfa vor; die seidenglänzende, weisse Masse enthält viel Hornblende, Hypersthen, Augit und Plagioklas, ausserdem Eisenerze und etwas Olivin. Bimsstein „nahe Malfa am Wege nach Rinella", der etwas zersetzt ist, scheint dem gleichen Typus anzugehören. „Ober Leni" fanden sich eckige, weisse Stücke vom Aussehen grober Bimssteine und reich an grünem Augit, Plagioklas und Olivin, daneben mit wenig Amphibol, für die ich ebenso wenig wie für die vorigen einen Ursprung anzugeben wüsste. Ueber die Tuffe bei Valle di Chiesa finde ich nur die Aufzeichnung, dass Lagen von Bimsstein noch 70 m über der Kirche (318 m) anzutreffen sind. Soweit ich auf der Insel Gebilde der letzteren Art kennen gelernt habe, gehören sie zu den jüngeren Erscheinungen und tragen einen besonderen Charakter, der sie dem Eiland eigentümlich macht. Dagegen ist mir nichts begegnet, was ich mit den Bimssteinen Liparis, sei es mit denen der ersten oder mit denen der zweiten Epoche, identifizieren möchte.

Der Tufflöss.

Ich habe nun noch über den Tufflöss zu sprechen. Er besitzt auf Salina bereits eine bemerkenswerte Bedeutung und so allgemeine Verbreitung, dass ich, um nicht die Uebersichtlichkeit der Karte zu stören, seine Einzeichnung auf seine Hauptgebiete beschränken musste. In massigen Anhäufungen liegt er am Gehänge der Fossa und des Rivi, besonders auf der gegen S. Marina gewandten Seite, er spielt eine grosse Rolle in der nördlichen Küstenebene und an der Valle di Chiesa sowohl im Thale wie an den Abhängen der Berge. Nur die Pollaratuffe liegen zumeist über ihm; allerdings aber wird auch eine Schicht dieser letzteren zwischen Malfa und dem Capo noch von Tufflöss bedeckt, woraus hervorgeht, dass die Eruption von Pollara in die Zeit der Ablagerung letzterer fällt. Diese Beziehungen zwischen den beiden Tuffen lassen einen Schluss auf den Stand des Meeresniveaus zur Zeit des Pollara-Ausbruches thun. Schon der Umstand, dass der Boden des nordwestlichsten Kraters von submarinen Tuffen gebildet wird, zeigt an, dass seine Eruption unter Wasser erfolgte und dass alsbald der junge Krater von den Wellen teilweise wieder zerstört wurde. Am Vallonazzo liegen die Bimssteine, die nach der Art ihres Auftretens zu schliessen, hier an den Strand gespült worden sind, in *70 m Höhe. Darüber sind die braunen Tuffe gelagert. Unter den Pollarabimssteinen finden sich die letzteren am Serro di Pollara in etwa 200 m Höhe. Da sich die lössartigen Massen auf dem Trockenen ablagerten, so muss damals der Meeresspiegel zwischen 70 und 200 m gelegen haben.

Die Tufflösse enthalten am Serro di Pollara kohlige Pflanzenreste und eine mikroskopische Prüfung der braunen, feinsandigen Massen ergiebt, dass sie vorzugsweise aus feinen Splitterchen von Pyroxen und amorpher undurchsichtiger Substanz bestehen. Salzsäure zieht aus ihnen ziemlich viel Eisen aus.

Nahe dem Passo di Megna trifft man im Liegenden der Tufflösse, etwa 30 m unter ihnen, auf pflanzenführende graue Tuffe, welche ganz ähnlich sind denen von Lipari. Sie sind indessen offenbar viel jünger und bestehen aus verlagertem Material, wie sie denn auch einer 2 m mächtigen Geröllschicht aufruhen. (Fig. 12.)

Wie erwähnt, verschwindet der Ausstrich der untersten Geröllschicht nahe Malfa unter dem Meere: seine Neigung beträgt vom Capo bis dorthin 24 m auf 2500 m oder etwa 1 °/o. Zuerst möchte die Erscheinung vielleicht auf den Gedanken führen, dass hier eine ungleichmässige, im Osten beträchtlichere Küstenhebung stattgefunden habe. Eine weit einfachere und natürlichere Erklärung aber bietet zweifellos die Annahme, dass die Abrasionsfläche, über der die Gerölle liegen, nach Norden geneigt sei und der jetzige Küstensteilrand im spitzen Winkel zum Streichen der Fläche verlaufe, dass sich also, vielleicht infolge der Entstehung des westlichen Eckpfeilers der Insel, des Monte dei Porri, die Richtung der intensivsten Brandung und damit des Küstenverlaufs geändert habe. Durch Rechnung ergiebt sich dann, dass das Meer am Capo um 350 m weiter vorgerückt ist als bei der Galera, wenn man für die submarinen Terrassen eine Neigung von 4° in Anschlag bringt. (Siehe bei Panaria S. 64.)

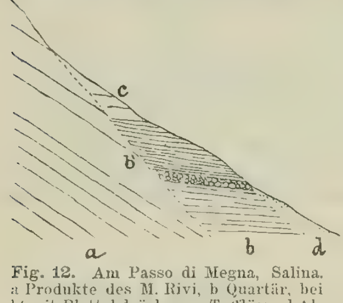


Fig. 12. Am Passo di Megna, Salina. a Produkte des M. Rivi, b Quartär, bei b' mit Blattabdrücken. c Tufflöss, d Alluvium.

Als allerjüngste Bildungen sind die Alluvionen von S. Marina zu erwähnen; sie sind wohl zum guten Teil durch eine Zerstörung der Terrassensedimente entstanden, wie das regellose Durcheinander von Geröllen und zusammengeschwemmten Lapilli unschwer erkennen lässt. Ihre Bildung muss noch bis weit in die historischen Zeiten hinein eine beträchtliche gewesen sein, denn noch 3—4 m unter dem jetzt kultivierten Boden des Piano del Barone findet man in ihnen zahlreiche Topfscherben. Auch die Reste von Bauten kann man in einiger Tiefe unter der Oberfläche antreffen.

Wie ich früher berichtete, mussten noch in letzter Zeit die Strombolesen erfahren, mit welcher Macht ihnen das Meer buchstäblich den Boden unter den Füssen entzieht; es arbeitet gegenwärtig an der Zerstörung dessen, was es in früherer Zeit durch seinen Zurückzug trocken gelegt hat. Am Piano del Barone brechen sogar die Alluvionen in einer mehrere Meter hohen Wand gegen die See ab, und die alten Reste menschlicher Kultur, die sie umhüllen, werden bereits von den Wogen weggespült. An der Nordküste durchfurchen mehr oder weniger tiefe Schluchten die alten Strandbildungen; sie enden fast alle an senkrechten Steilwänden, und es bleibt den sie durchströmenden Wässern keine Zeit, Schuttkegel an ihrem Ausgange anzuhäufen; sie werden niemals ihre Unterlage bis auf den Meeresspiegel durchsägen können und sich so lange in Steilfällen in die See ergiessen, bis die Wogen den ganzen Uferrand zerstört haben werden.

Die zeitliche Reihenfolge aller am Aufbau und an der Zerstörung Salinas beteiligten Erscheinungen ist etwa die nachstehende gewesen:

Land	Meer
	steigt bis mindestens 400 m über das heutige Niveau.
Entstehung des Monte Rivi.	Der Monte Rivi wird teilweise abradiert. Ablagerung seines lockeren und festen Materials als Tuffe und Gerölle über der Abrasionsterrasse.
Entstehung der Fossa delle Felci (und des andesitischen Urkegels von Pollara?)	Terrassenbildung am Süd- und Ostabhang der Fossa.
Entstehung des Monte dei Porri. Einsturz des Urkegels von Pollara. Beginn der Bildung der lössartigen Tuffe, während derselben Ausbruch des Pollarakraters.	Rückzug des Meeres, Ablagerung der Pollarabimssteine zwischen Capo und Malfa.
	Vollständige Trockenlegung des Strandes, der durch die Tufflösse bedeckt wird.
Ablagerung von Alluvionen bis in die Jetztzeit.	

Die vulkanische Thätigkeit ist auf Salina fast gänzlich erloschen. Anzeichen solcher bestehen noch am sogenannten Pertuso, etwa 300 m von der Galera gegen Osten gelegen, wo der Boden durch Dampfausströmungen durchwärmt ist. Man schafft dort Gruben, indem man die Strandgerölle entfernt und lässt das Seewasser einfliessen, um auf diese Weise warme Bäder zu erhalten.

Bedeutender scheinen zu manchen Zeiten Gasausströmungen zu sein, welche ein gewaltsames Aufkochen des Meeres etwa 200 m von der Küste bei Rinella verursachen. Sie werden von Salino,[1] Sabatini,[2] Mercalli[3] und Silvestri[4] erwähnt. Das Volk glaubt, diese „Sconcossi“ stellten einen unterseeischen Vulkan dar, der sich deutlich durch eine Vertiefung im Meeresgrund, die „Fossa“ zu erkennen geben soll. Im Sommer, bei ruhiger See, sieht man dort wohl Blasen aufsteigen; fünf oder sechs Mal im Jahre aber ereignen sich wirkliche Ausbrüche, wobei das Wasser bis zu nicht unbeträchtlicher Höhe emporgeschleudert wird. Bemerkenswert scheint eine Eruption vom 17. Juli 1889 gewesen zu sein, infolge deren das Meer aufkochte und Algen, vom Grunde des Meeres losgerissen, auf der Oberfläche umhertrieben; Schwefelwasserstoff soll manchmal in solchen Massen gefördert werden, dass man ihn weithin riecht und die Fische daran sterben, Schlamm auf grosse Ausdehnung das Seewasser trüben. Die Ausbruchsstelle liegt nach Salino 60 m unter dem Meeresspiegel. Im Jahre 1888—89 war die Thätigkeit dieser Sconcossi nicht beeinflusst von derjenigen des Vulcano.

[1] 1874, S. 154, 155. [2] 1892, S. 118, 119. [3] 1888, S. 260. [4] Annuario met. ital. 1890, S. 268. — Atti Acc. Gioen 1889/90, LXVI, S. 233.

IV. Lipari.

Litteratur.

Vor Chr. 372—288. Theophrastus, De lapidibus. Deutsch von Albr. Heinr. Baumgartner, Nürnberg 1770.
Um 30. Diodorus Siculus, Bibliotheca Historica. ed. Vogel, Leipzig 1888—93.
? 54—24 nach Chr. Strabo, Geographica. Deutsch von Forbiger, Stuttgart 1856—1860.
Nach Chr. 23—79. Cajus Plinius Secundus, Historia naturalis. Deutsch von Wittstein, Leipzig 1881—82.
1547. Bordone, Benedetto, Isolario, (Venezia) 1547.
1619. Cluverius, Phil., Sicilia antiqua. Lugduni Batavorum 1619.
1665. Kircher, Ath., Mundus subterraneus. Amsterdam 1665.
1782. Houel, J., Voyage pittoresque des isles de Sicile, de Malte et de Lipari. Bd. I. Paris 1782.
1783. *Dolomieu, Déodat de, Voyage aux îles de Lipari. Paris 1783.
1792—97. *Spallanzani, Lazz., Viaggi alle due Sicilie. II. und III. Pavia 1792—93.
1809. Buch, L. von, Einige Bemerkungen über eine Sammlung aus den liparischen Inseln. Der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin Magazin. III. 1809. Gesammelte Schriften III.
1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia ecc. Messina 1810.
1825 (1836). Buch, L. v., Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. Berlin 1825. Teil VI. Ich beziehe mich auf „L. v. Buchs Gesammelte Schriften“ und die darin enthaltenen Erweiterungen der französchen Boulanger'schen Uebersetzung (Paris 1836). III. Bd. 1877.
1832. *Hoffmann, Friedr., Ueber die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln. Annalen der Physik und Chemie CII. (XXVI.) 1832.
1834. Pilla, L., Beschreibung eines granatführenden Trachyts von Ischia. Progresso delle Scienze, Lettere ed Arte, Nr. 3. 1834. Enthalten in Roth, Der Vesuv, Berlin 1857. (Erörtert ein vermeintliches, von Spallanzani erwähntes Granatvorkommen auf Lipari.)
1838. Hoffmann, Friedr., Hinterlassene Werke. Berlin 1837—38. II.
1841. *Abich, H., Geologische Beobachtungen über die vulkanischen Erscheinungen und Bildungen in Unter- und Mittelitalien. I. Bd. 1. Lief.: Ueber die Natur und den Zusammenhang der vulkanischen Bildungen. Braunschweig 1841.
1844. Casoria, F., Sopra un minerale di rame dell' isola di Lipari. R. Acc. d. Scienze, Rend. III. Neapel 1844.
1848. Daubeny, Ch., A description of active and extinct volcanos ecc. London 1848.
1854. Vilanova, J., Observations géologiques sur la Sicile et les îles Lipari. Bull. Soc. Géol. d. France. (2) XI. 1854.
1860. *Gaudin, C. T., Contributions à la flore fossile italienne. — V. Tufs volcaniques de Lipari. Neue Denkschr. d. allg. Schweiz. Gesellsch. d. Naturf. XVII. 1860.
1861. Roth, J., Die Gesteinsanalysen ecc. 1861. (Aufstellung des Namens „Liparit“ für die sauren Gesteine von Lipari.)
1872. vom Rath, G., (Ueber sublimierten Eisenglanz und Quarz in Gesteinen von Lipari). Pogg. Ann. CXLVII. 1872.
1874. Salino, F., Le isole di Lipari. Boll. del Club Alp. Ital. VIII. 1874.
1875. *Judd, W. J., Contribution to the study of Volcanoes. Geol. Magazine. (2) II. 1875.
Hoppe-Seyler, F., Ueber die obere Temperaturgrenze des Lebens. Pflügers Archiv. XI. 1875.

1878. Bacot, L., Notizie sulla pietra pomice di Lipari. Messina 1878.
1879. Mercalli, G., Contribuzione alla Geologia delle Isole Lipari. Atti soc. ital. scienze nat. XXII. 1879.
1880. Sartorius von Waltershausen, Wolf., Der Aetna. Herausgegeben, selbständig bearbeitet und vollendet von A. von Lasaulx. I. Bd. 1880.
1881. *Cortese, E., Sulla costituzione geologica dell'isola di Lipari. Boll. R. Com. Geol. It. XXII. 1881,
1883. Mercalli, G., Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia. Milano 1883.
1885. Bucca, L., Le andesiti dell'isola di Lipari. Boll. R. Com. Geol. It. (2) VI. 1885.
1887. Streng, A., Ueber die geologischen Verhältnisse der Inseln Lipari und Vulcano. XXV. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giessen 1887.
1889. Silvestri, O. ed Arcidiacono, S., Etna, Sicilia ed isole vulcaniche adiacenti sotto il punto. di vista dei fenomeni erutivi e geodinamici avvenuti durante l'anno 1889. Atti dell'Acc. Gioen. etc. LXVI. (4) II. 1889/90.
1890. Iddings, J. P. and Penfield, S. L., Fayalite in the obsidian of Lipari. Am. Journ. of Science XL. 1890.
1892. *Cortese E. e Sabatini V., Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Roma 1892.
1892. Johnston-Lavis, H. J., Note on the lithophyses in obsidian of the Rocche rosse. Geol. Magazine. (3) IX. 1892.
Cole, G. A. J. and Butler, G. W., On the lithophyses in the obsidian of the Rocche Rosse, Lipari. Quart. Journ. Geol. Soc. XLVIII. 1892.
1894. (Erzherzog Ludwig Salvator), Die liparischen Inseln. III. Heft 1894. VIII. Heft (Allgemeiner Teil) 1894.
1895. Bergeat, A., Cordierit- und granatführender Andesit von der Insel Lipari. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1895. II.
1899. — — Von den äolischen Inseln. 1. Das Bimssteinvorkommen auf Lipari. 2. Die frühere Borsäuregewinnung auf Vulcano. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1899, Februarheft.

Uebersicht.

Allgemeines: Grösse. — Bebauung. — Geographische Orientierung. — Ueberblick über den geologischen Aufbau. — Specieller Teil. A. Die Vulkane. I. Vulkane vom Typus Fossa delle Felci. 1. Die Timponi. — Unsicherheit über die Zusammengehörigkeit der ältesten Basaltgebilde Liparis. — 2. Der Mazzacaruso. — 3. Monte Chirica. — Ein unter dem Bimsstein des Monte Pelato begrabener Vulkan. — Die Fossa tre pecori. — 4. Monte Rosa. — 5. Monte St. Angelo. — Auffällige Flachheit seiner Hänge und weite Verbreitung seiner Produkte. — Wohl erhaltener Krater. — Die Andesite des Monte Sant Angelo. — Zweifelhafte Zugehörigkeit älterer Ergüsse. — Der Cordierit-Andesitstrom von der Contrada Varesana. — Die Andesitlaven von Quattrocchi. — II. Vulkane vom Typus Monte Guardia. — Individualisierung der teilweise stark veränderten Vulkanreste. — Gestalt. — Struktur verschieden von derjenigen der „Quellkuppen". — Unsichere Beziehungen zu den älteren Bimssteintuffen. — 6. Monte Giardina. — 7. Monte Guardia. — Terassenbildung im Westen. 8. Fossa di Lazzaro. — Westliche Steilabfälle und bimssteinbedeckte Uferterrassen. — 9. Capistrello. — Charakteristik der Gesteine der Monte Guardia-Vulkane (Liparite). — Analysen. — Altersverhältnis zu den übrigen Vulkanen Liparis. — III. Vulkane vom Typus Monte Pelato. — Die von Norden nach Süden gerichtete, vom Monte Pelato nach der Fossa di Vulcano verlaufende Linie jüngster vulkanischer Thätigkeit. — 10. Die Forgia vecchia. — Wiederholter Obsidianerguss. — Spuren alter Fumarolen. — Oberfläche des Stroms. — Petrographische und chemische Beschaffenheit des Obsidians. — Eigenartige ältere Auswürflinge der Forgia vecchia. — Alter ihrer Ergüsse. — Die Obsidiankuppe im Canneto-Thale. — 11. Monte Pelato oder Campo bianco. — Verbreitung seiner Produkte. — Umfang des eigentlichen Vulkans. — Auswürflinge gehören zweierlei Epochen an. — Die Rocche Rosse. — Die Scherbenlapilli. — Die Phasen der Eruption des Monte Pelato. — Die Obsidiane von Cannetello. — Schönstes Obsidianvorkommen Liparis; Lithophysen, Absonderungserscheinungen an der Punta Sparanello. — Petrographische Charaktere und chemische Zusammensetzung der Obsidiane vom Monte-Pelato-Cannetello. — 12. Der Schlossberg von Lipari. — B. Die Tuffbedeckung Liparis. Anfängliche Schwierigkeit ihrer Gliederung. —

a. Die ältesten Tuffe. — Für die Hauptmasse Herkunft vom Monte St. Angelo nachweisbar. — Zusammensetzung. — Mächtigkeit. — Pflanzenreste; Bestimmung durch Gaudin. — Tuffe grossenteils durch Fumarolen tiefgehend verändert. — Produkte dieser Umwandlung. — Vermutliche Beschaffenheit der Küste zur Zeit der Eruptionen des Monte St. Angelo. — Agglomerate und Tuffe der älteren basalt-andesitischen Kegel. b. Die unteren Bimssteine. — Allgemeine Verbreitung über die ganze Insel. — Ihre technische Unbrauchbarkeit. — Primäre und sekundäre Lagerung. — Corteses tufi intercalati tra le lave. — Diskordante Lagerung der unteren Bimssteine zu den Tuffen des Monte S. Angelo. — Petrographische Einzelheiten. — Lithophysen und ihre Mineralien. — Ablagerung und Verlagerung der unteren Bimssteine hat in seichter See stattgefunden. — Höhe des damaligen Meeresspiegels mindestens 270 m über dem heutigen. — Herkunft der unteren Bimssteine nicht sicher nachweisbar. — Spuren der Einwirkung heisser Wässer. c. Der Tufflöss. — Subaëre Bildung. — Vegetabilische Einschlüsse. — Tufflöss entstand durch trockene Aufbereitung insbesondere älterer Tuffe und ist ein äolisches Gebilde. — Die Winderosion. d. Die Auswürflinge der Forgia vecchia. e. Die jungen Bimssteintuffe. — Bimsstein- und Obsidianauswürflinge ohne irgendwelche Entglasung. — Wirkliche und scheinbare Mächtigkeit. — Obsidianbomben. — Die Bimssteinindustrie von Lipari. — Die quartären Strandbildungen. — Punta Palmeto. — Alluvium und alte Culturreste. — Zeitliche Folge der Ereignisse. — Letzte endogene Aeusserungen. — Thermen. — Quelle von S. Calogero. — Kiesel-Kalkabsätze. — Bagno secco. — Fumarolen. — Die stufe di San Calogero. — Die Vulkane Liparis seit Beginn der geschichtlichen Zeit erloschen.

Unter den äolischen Inseln nimmt das freundliche Lipari sowohl nach seiner Grösse, als auch wegen seiner Fruchtbarkeit und Bevölkerungszahl die erste Stelle ein. Es ist 38 qkm gross und mag wohl zu den gesegnetsten Gegenden Süditaliens überhaupt gehören. Etwas Getreide, Früchte, Oliven, vor allem aber Wein erzeugt der zum grossen Teil fruchtbare Boden, den eine behäbige, heitere Bevölkerung bewohnt. So ist ist denn Lipari auch seit uralten Zeiten der Mittelpunkt des ganzen Archipels gewesen, den man durch ein festes Kastell an seiner Ostseite gesichert hat. Um das Schloss, dessen Mauern auch die Kirche des Bischofs, die Kathedrale, umschliessen, hat sich eine wohlhabende Stadt, der commercielle und politische Mittelpunkt der äolischen Inseln angesiedelt. Es wird wenig Gegenden geben, welche die Natur so gnädig bedacht hat wie Lipari; wohl giebt es dort auch öde, unfruchtbare Gebiete, auf denen weder Getreide noch Weinstock gedeihen: aber gerade sie bergen teilweise den grössten Reichtum der Insel, den Bimsstein, der sich in solcher Verwertbarkeit fast nirgends auf der Erde wiederfindet. Lipari hat eine Art Monopol auf dieses Produkt, dessen massenhafte Ausfuhr der Gemeinde bis in die letzten Jahre nicht weniger als etwa 100 000 Lire (= 80 000 Mark) an Exportsteuer allein alljährlich eintrug! Und diese Quelle des Gewinns ist unerschöpflich.

Auch durch ihre Oberflächenbeschaffenheit ist die Insel vor ihren Schwestern ausgezeichnet: Lipari ist vielgestaltig, reich an Kuppen und Höhenrücken, aber eben wegen der Vielzahl all' der vulkanischen Erhebungen gewinnt trotz der breiten, sie alle tragenden Grundfläche keine eine Höhe, die derjenigen der Berge von Stromboli, Salina, Filicudi, ja sogar des siebenmal kleineren Alicudi gleichkäme. Dieser Umstand erleichtert den Verkehr zwischen den verschiedenen Gegenden der Insel, er macht die Bestellung des Bodens thunlicher und bietet endlich auch dem Geologen die Gelegenheit, mit geringerer Mühe alle die interessanten Dinge zu studieren, die sie, wie keine der anderen unter den Liparen in grosser Anzahl in sich birgt.

Wer nach nächtlicher Seefahrt frühmorgens auf der Rhede von Lipari erwacht, dem bietet sich ein reizendes Bild: ganz nahe, zur Rechten, erhebt sich auf steilem Felsen das alte Kastell mit seiner Kathedrale; am schmalen Strande beleuchtet die Frühsonne eine freundliche weisse Häuserfront und davor das emsige Treiben auf dem Lande und in den zahlreichen Barken und die Segelschiffe, die man nach uralter Sitte zum Schutze vor den Wogen auf das Ufer gezogen hat. Dahinter steigt ein aus braunen, schluchtendurchfurchten Tuffen bestehendes Gehänge auf, bewachsen mit grauen Oliven und dunkelgrünen Fruchtbäumen, stellenweise mit einer schlanken Pinie, und wie ein kleiner Tempel lugt die Kirche der St. Annunziata mit ihrer weissen Vorderseite und ihrer hohen Haupttreppe in die friedliche Landschaft hinaus; im weiten Umkreis lachen die Weinpflanzungen wie ein einziger grosser Garten, und eine Menge schneeweisser Hütten blinken darinnen. Nach rechts begrenzt das Bild der Monte St. Angelo, ein flach bis zu 593 m ansteigender Höhenrücken, an seinem östlichen Abhange überschüttet von weissem Bimsstein, und weiter gegen Osten das Vorgebirge des Monte Rosa, das aus zwei dunklen Kegeln besteht. Links erheben sich aus hellem Bimssteinboden zwei glockenförmige Kuppen, die Monti Giardina und Guardia, und noch weiter nach Süden schweift der Blick an einem von Vignen bedeckten Hügelland vorbei hinüber nach dem stumpfen Kegel von Vulcano mit seinen weissen Fumarolenwölkchen. Auch wer nicht wüsste, dass Lipari eine Vulkaninsel ist, würde schon jetzt beim ersten Anblick derselben aus der verschiedenartigen Gestalt ihrer Berge, deren jeder seine besondere Geschichte zu berichten scheint, und aus der wechselnden Farbe ihrer Bodenbedeckung darauf schliessen können.

Vom rein geographischen Gesichtspunkte aus zerfällt die Insel in zwei etwa gleich grosse Teile, welche geschieden werden durch eine ziemlich gerade, über den Monte Rosa, den Monte St. Angelo und den Monte Mazzacaruso verlaufende Linie. Der südliche der beiden Teile umfasst die Tufflandschaft in der Nähe der Hauptstadt, die prächtige Fruchtebene von Piano Conte und das schmale südliche Bergland, dessen höchste Erhebung der schon genannte Monte Guardia (369 m) bildet, und das man nach der in seinem Mittelpunkte stehenden Kirche das Hügelland von S. Salvatore heissen mag. Der nördliche Abschnitt ist zum grossen Teil bedeckt von sehr jungen Bimssteinmassen, die einem Krater im Nordosten der Insel, dem Monte Pelato, entstammen. Weithin ist die lichte Färbung des im allgemeinen nicht recht fruchtbaren Bodens zu erkennen. Ergiebiger ist das Land dort, wo wieder der Untergrund der Bimssteinablagerungen im Nordwesten zu Tage tritt; Quattro Pani heisst die fruchtbare Ebene, die der Insel Salina ebenso nahe liegt wie der Stadt Lipari.

Beide Hälften haben ihren besonderen Hafenort; Lipari besorgt weitaus den grösseren Teil der Ein- und Ausfuhr, während der jenseits des Monte Rosa gelegene Hafen von Canneto eigentlich nur der Verfrachtung des Bimssteins dient, der in seiner Nähe gewonnen und in grossen Massen am Strande in Lagerhäusern geborgen wird. Von geringerer Bedeutung für die Bimssteinausfuhr sind jetzt die Häfen von Porticello und Acqua calda im Norden. Die reiche Küstengliederung gewährt Lipari den Vorzug, dass auch bei schwereren Stürmen die Schiffe irgendwo vor Anker gehen können.

Der vorhin gegebenen einfachen Zweiteilung entspricht keine ähnliche Durchsichtigkeit der geologischen Verhältnisse der Insel. Wer, wie das meistens geschieht, nur wenige Tage auf Lipari verweilt, wird sich wohl schwerlich einen Begriff von dem verwickelten Aufbau

der Insel, wo die mannigfachen Produkte verschiedener Zeiten einander bedecken und einander durchsetzen, verschaffen können. Auch in der Mannigfaltigkeit ihrer Tektonik steht sie den übrigen voraus; auf keiner der äolischen Inseln sind die Verhältnisse so schwer zu entwirren wie auf der grössten unter ihnen, die sicherlich schon seit sehr langer Zeit der Schauplatz vulkanischer Vorgänge gewesen ist.

Lipari ist entstanden durch die ungleichzeitige Thätigkeit einer grossen Anzahl von Vulkanen, von denen nur einer, der jüngste, nämlich der Monte Pelato, fast ganz in seiner ursprünglichen Gestalt erhalten ist, während ein Teil durch das Meer bis fast zur Unkenntlichkeit zerstört, die Gestalt anderer durch Tuffablagerungen verschiedener Herkunft mehr oder weniger verdeckt und verwischt worden ist. Nicht nur der Ort, sondern auch die chemische Zusammensetzung der Produkte der lange Zeit hindurch vor sich gehenden Ausbrüche haben gewechselt; mit der Förderung basaltischen Materials haben sie begonnen und sich scheinbar erschöpft mit dem Hervortreten ganz saurer Massen, wie sie in Gestalt des berühmten Obsidians und Bimssteins grosse Flächen bedecken.

Mit der chemischen Verschiedenartigkeit des jeweils geförderten Materials geht auch eine morphologische Verschiedenheit der Vulkane Hand in Hand. Man kann mit Rücksicht hierauf und nach ihrem Alter die Vulkane Liparis in nachstehende Gruppen zusammenfassen.

I. Vulkane vom Typus Fossa delle Felci:

Stratovulkane mit welchsellagernden basaltischen oder andesitischen Laven und Tuffen.

a) Die jedenfalls sehr alten, fast unkenntlichen Reste basaltischer Kegel an der Westküste der Insel. Diese Gruppe umfasst zum Teil die Bildungen, welche Cortese[1]) als die Regione dei Timponi bezeichnet und der ich nur

1. einerseits die Felsmassen des Timpone Valle di Pera
„ dell' Ospedale
„ Potasso
andererseits des „ di Purfadole
„ del Carubo

als die Ueberreste vielleicht nur zweier, vom Meere grossenteils zerstörter und von jüngeren Bildungen teilweise bedekter Kegel zurechnen möchte.

b) Ungleichalterige noch wohl erkennbare Kegel mit basaltischem oder andesitischem Material:

2. Der Monte Mazzacaruso (322 m).
3. Der Monte Chirica, der höchste Gipfel der Insel (602 m).
4. Die beiden Kegel des Monte Rosa:
   Pizzo Mazzone (239 m).
   Pizzo Campana (228 m).
5. Der Monte St. Angelo (593 m).

II. Vulkane vom Typus Monte Guardia:

Mehr oder weniger domartige, aus liparitischen Bimstein- oder Obsidianlaven bestehende Kuppen ohne Tuffzwischenlagerungen, mitunter mit deutlichem Krater und Resten einer Lapillibedeckung.

---

[1]) 1881, S. 504. 1892 S. 27. „Timpone“ bedeutet nach Cortese eine isolierte, steilabstürzende Erhebung.

6. Der Monte Giardina (289 m).
7. Der Monte Guardia (369 m).
8. Der Monte Capistrello (*132 m).
9. Der Monte S. Lazzaro (276 m).

III. Vulkane vom Typus Monte Pelato.

Den beiden hieher gehörigen Gebilden ist die liparitische Natur ihrer Produkte gemeinsam. Letztere bestehen in geflossener Obsidianlava und eigenartigen Auswürflingen, die am Schluss der Eruption gefördert wurden. Dem Erguss des Lavastroms ging beim Monte Pelato die Aufschüttung gewaltiger Bimssteinmassen voraus.

Es finden hier ihre Stelle die beiden deutlich erkennbaren Krater

10. Die Forgia vecchia (295 m).
11. Der Monte Pelato oder Campo bianco (480 m) mit dem Lavastrom der Rocche rosse.

Von unsicherer Zugehörigkeit und ein sehr stark zerstörter liparitischer Vulkanrest ist

12. Der Schlossberg von Lipari.

Nach dem Vorigen sind also noch etwa zwölf Krater beziehungsweise Vulkane auf der Insel zu erkennen. Einer eingehenderen Untersuchung aber bleibt es nicht verborgen, dass unter den Produkten dieser auch noch die Reste anderer begraben liegen oder solche durch die jüngeren Ausbrüche bis auf geringe Spuren zerstört wurden; solche Laven, deren Zugehörigkeit eine rätselhafte bleiben muss, werden mehrfach zu erwähnen sein.

Ist es schon in sehr vielen Fällen nur der mikroskopischen Untersuchung möglich, die Zugehörigkeit der oft recht zerstreuten Gesteinsvorkommnisse zum gleichen Ausbruchsherd festzustellen, so sind die Schwierigkeiten noch beträchtlicher, wo es gilt, die vulkanoklastischen Ablagerungen auf ihren Ursprung zu prüfen. Diese letzteren nehmen ganz besonderen Anteil am Aufbau der Insel. Ich halte es für angebracht, bereits hier eine Aufzählung der auf Lipari anzutreffenden Tuffe und sonstigen Auswurfsmassen in der Reihenfolge ihrer Entstehung zu geben:

1. Tuffe der basaltischen und andesitischen Vulkane, insbesondere des Monte St. Angelo.
2. Die manchmal nicht ganz unzweifelhaften Auswürflinge der Monte Guardiagruppe, jedenfalls nur von geringer Verbreitung.
3. Der untere Bimssteinhorizont; von nicht ganz sicherer Herkunft, aber wahrscheinlich zu der Eruption letzterer Vulkane in Beziehung stehend.
4. Die braunen Tufflösse.
5. Die Auswürflinge der Forgia vecchia.
6. Die jungen Bimssteine des Monte Pelato.
7. Die Obsidianscherben um den inneren Krater der Rocche rosse.

I. Vulkane vom Typus Fossa delle Felci.

1. Die Timponi.

Ich habe in dieser Gruppe eine Reihe von Felsmassen zusammengefasst, welche in sich einzelne Kennzeichen von Stratovulkanen tragen; diese letzteren mögen bedeutende Dimensionen gehabt haben, auch ihre Ruinen haben scheinbar noch beträchtliche Massen gebildet, als der Monte St. Angelo thätig war; heute aber ist es wohl kaum mehr möglich, aus den kümmerlichen Resten auf die Grösse und Lage der alten Kegel Schlüsse zu ziehen.

Die Timponi bilden die steile Westküste der Insel zwischen der Valle di Muria und dem Inzolfato. Der ganze westliche Uferrand stellt ein für sich abgeschlossenes Gebiet dar, welches verschiedentlich gute Einblicke in die ältesten Gebilde Liparis gewährt, zugleich aber die am schwersten zu deutenden geologischen Verhältnisse besitzt.

Von Lipari aus gelangt man dorthin über die von Südosten nach Nordwesten ansteigende, etwa 300 m hoch gelegene Fläche des Piano Conte. Auf der Via Lionardo und an der St. Annunziata vorbei durchwandert man den Abhang der weiten, grossenteils reichen Thalmuschel, die den Hauptort von allen Seiten umgibt. Die in mächtigen Massen auftretenden Tufflösse bilden den Boden der zahlreichen Weingärten in ihr und weiterhin des Piano Conte und der Ebene von Quattro Pani. Nach Westen zu aber fällt das Gelände steil, teilweise fast senkrecht ab und unter den braunen Tuffen treten die älteren Formationen, allerlei Laven und vor allem Tuffe zu Tage, stellenweise von ehemaligen Fumarolen und heissen Quellen so zersetzt, dass weite Strecken wegen ihres Gypsgehaltes eine nur spärliche Vegetation hervorbringen. Nur da und dort baut man Getreide und Linsen oder stehen vereinzelte Oliven. Ueber die eigentlichen Lavaströme, die zum Teil in regelmässiger Lagerung an die älteren Tuffe gebunden sind, soll später gehandelt werden: hier mögen wenige Worte mit dem Wesen der Felsmassen bekannt machen, die als älteste Bildungen jenen zur Unterlage dienen. Zu diesen gehören die plumpen basaltischen Massen, die an den Fontanelle unter den braunen Lösstuffen bis ans Meer herantreten, ferner die steilen, von Fumarolen sehr stark veränderten Felsen am Timpone del Carubo, dann wohl auch die in der Contrada Vulcanello bei den Intagli. Jenseits des Mazzacaruso gewinnen sie grössere Bedeutung; in der rings von Tuffwänden umgebenen düsteren Einöde bei Bagno secco erheben sich die dunklen Felsen des Timpone Potasso und Timpone dell'Ospedale, und noch weiter im Norden scheint der Timpone Valle di Pera den letzten Ausläufer dieser ganzen Zone darzustellen. Massig, schroff und düster wie alte Melaphyrfelsen schieben sie sich unter die alten Tuffe des Monte St. Angelo hinein; ihre brecciöse Struktur und die da und dort wahrnehmbaren Gänge aber erinnern an die Verhältnisse eines bis auf den Kern aufgerissenen Vulkans, wie ich sie auf Panaria und Salina kennen lernte.

Die Ungunst der Witterung und die im Dezember unruhige See erlaubten mir nur eine teilweise Untersuchung der Westküste von der Barke aus. Von der Spiaggia della Valle di Muria bis etwa an die Punta Grotticelle treten bunte, Gyps führende Tuffmassen an den Strand, denen unbedeutende Bänke zersetzter basaltischer Lava mit ostwärts gerichteten Fallen eingelagert sind. Bei den Grotticelle selbst steht massiges Gestein an, durchsetzt von einem etwa 1 m mächtigen Gange; beide sind gleichfalls basaltischer Natur.

Mit Cortese halte ich die Gebilde der Timponi für die ältesten auf Lipari zu Tage liegenden vulkanischen Produkte.

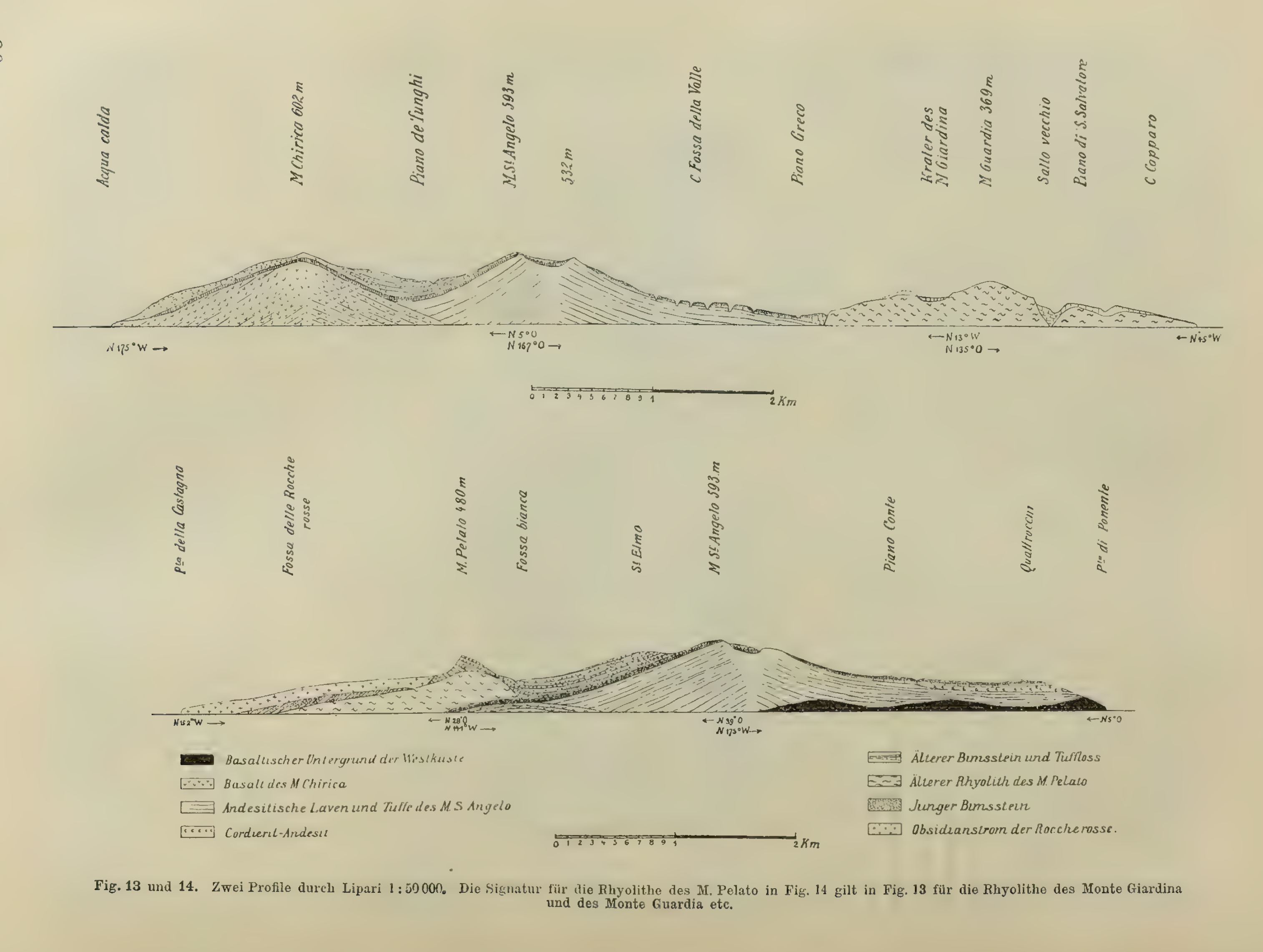


Fig. 13 und 14. Zwei Profile durch Lipari 1 : 50 000. Die Signatur für die Rhyolithe des M. Pelato in Fig. 14 gilt in Fig. 13 für die Rhyolithe des Monte Giardina und des Monte Guardia etc.

Sie sind alle basaltischer Natur, im nördlichen Gebiete ausgezeichnet durch die Grösse ihrer Augit- und Olivin-Einsprenglinge, hie und da auch etwas hypersthenführend und in Andesite übergehend. Nach einer von Herrn Mumme im k. Universitätslaboratorium angestellten teilweisen Analyse besitzt das Gipfelgestein des Timpone dell' Ospedale die folgende Zusammensetzung:

SiO_2	53,74
Al_2O_3	14,71
Fe_2O_3	7,95
MgO	7,06
CaO	11,40
	94,86

2. Der Monte Mazzacaruso.

Zu den Timponi hat Cortese auch den Mazzacaruso, einen 322 m hohen, auffälligen Gipfel an der Westküste, gerechnet. Von ersteren unterscheidet er sich immerhin durch die Natur seines Gesteins und seinen Erhaltungszustand, wenn es auch nicht ganz leicht ist, aus diesem den alten Kegel zu rekonstruieren. Jedenfalls aber ist auch er viel älter als der Monte St. Angelo. Man gelangt zu ihm am schnellsten über den Piano Conte und den Piano Grande. Auf letzterem trennen sich die Wege, deren einer abwärts führt, zu dem „Kurhaus" von S. Calogero, während der andere sich gemach gegen die Kuppe des Timpone della Ricotta (*327 m) und dann durch eine Einsattelung, die Portella (*285 m), nach dem westlichen Küstenstreifen zieht. Von letzterer aus gelangt man ohne weiteres auf den nur 37 m höheren Mazzacaruso-Gipfel.

Erst eine mehrtägige Begehung der Umgebung der Thermen von S. Calogero vermochte mich darüber zu vergewissern dass der letztere als ein selbständiger Kegel aufzufassen sei, der in ähnlicher Weise wie die Timponi schon frühzeitig mancherlei Veränderungen erfahren hat und durch Tuffe und jene zwischen die letzteren eingelagerten, schon früher erwähnten Lavaströme verdeckt worden ist. Später hat dann auch die Erosion das ihrige dazu beigetragen, um die Verhältnisse unklar zu gestalten. Doch meine ich immerhin das folgende deutlich erkannt zu haben. Die Ricotta besteht noch aus roten verhärteten Tuffen des unteren Horizonts; ebensowenig hat ein sehr stark zersetzter Mandelstein an der Portella mit dem Mazzacaruso etwas zu thun. Nach ihrer Zugehörigkeit fraglich sind auch noch die Tuffe, welche zwischen der Einsattelung und dem Gipfel mit südlichem Einfallen den Berghang bedecken und durch Auswürflinge ausgezeichnet sind, die den benachbarten Tuffmassen zu fehlen scheinen. Vom Gipfel aus sieht man deutlich gegen SW einfallende Lavaströme; eine besonders bemerkenswerte Dolerit-Lava, ausgezeichnet durch Feldspath- und Augitkrystalle von etwa 0,5 cm Durchmesser, bildet einen 30—40 m breiten Felsrücken, der sich am Südhang des Berges gegen S. Calogero hinabzieht. Weniger grobporphyrisch ist das Gestein des Gipfels und an der Westseite. Hier verliert sich die Stromnatur um so mehr, als man sich dem Meere nähert, und Laven werden sichtbar, welche das Innere des Vulkans durchtränkt zu haben scheinen. Der eigentliche Kegelmantel, nur aus Laven ohne zwischengelagerte Tuffe bestehend, ist nur am Südwesthang des Berges erhalten; im übrigen hat man es mit einer Vulkanruine zu thun, die besonders an der Nordseite sehr starke Zerstörung erfahren hat.

Ein ödes, in die bunten veränderten Tuffe und in zersetzte Laven eingesägtes Thal, der Vallone dei Lacci, trennt den Mazzacaruso von dem grossenteils aus Laven bestehenden Höhenrücken, an dessen Südhang das Badehaus von S. Calogero gelegen ist. Die Grundlage der Lavaströme im Vallone dei Lacci, zugleich das Gestein, aus welchem die heissen Quellen hervorbrechen, bilden im frischen Zustande an grossen Feldspath- und Augit-Einsprenglingen reiche Laven von schwarzer Grundmasse, die sofort an die oben charakterisierten Massen am Südwestabhang des Mazzacaruso erinnern und mich vermuten lassen würden, dass sie letzterem zugehören, wenn nicht die Sohle der Laccischlucht in die veränderten Tuffen eingeschnitten zu sein schiene, die sich als jüngere Bildung dem alten Kegel anlagern.

3. Der Monte Chirica.

Ein der Untersuchung nur wenig zugängliches Gebilde ist der höchste Berg der Insel, der 602 m hohe Monte Chirica. Weniger durch seine Gestalt als durch die weisse Farbe seiner öden Abhänge zieht er die Aufmerksamkeit auf sich. Nahe dem Krater der Rocche



Fig. 15. Monte Chirica, der höchste unter den Bimssteinen des Campo bianco begrabene Basaltkegel Liparis. Vom Abhange des Monte St. Angelo unterhalb St. Elmo.

rosse und dem Monte Pelato gelegen, scheint er wie dieser letztere ganz aus Bimsstein aufgeschüttet zu sein und man möchte ihn wegen seiner grossen Erhebung für den Vulkan halten, der etwa ein Drittel der Insel mit solchem bedeckt hat. Er bildet annähernd den Mittelpunkt der merkwürdigen Bimssteingegend. Mit dem Monte St. Angelo ist er verbunden durch einen 450 m hohen Rücken, den Piano de' Funghi; dieser bildet die Wasserscheide zwischen Quattro Pani und der Fossa bianca, die sich in die Schlucht des Cannetello fortsetzt und nahe Canneto am Meere endigt. Von Nordosten her gleicht der Chirica einem flach ansteigenden, ganz aus Bimsstein bestehenden Kegel, in welchen die Regengüsse zahlreiche Rillen gegraben haben, und schon in einiger Entfernung nimmt man die vielen Schachtöffnungen wahr, aus denen die Leute gerade so wie am Abhange des Monte Pelato den Bimsstein holen.

In der That hat denn auch Hoffmann[1]) und nach ihm Scrope[2]) im Monte Chirica den letzten Rest einer mächtigen Kraterumwallung zu sehen geglaubt, deren Entstehung derjenigen des Monte Pelato vorausgegangen sei. Aber schon bei kurzer Bekanntschaft mit dem Berge fallen an seinem Abhange, besonders auf dem Grunde der Wasserfurchen, rötliche oder schwarze Flecken auf, welche auf basische Laven unter dem Bimsstein hinweisen; und so treten z. B. an der Fossa bianca, am Aufstieg gegen den Piano de' Funghi und nördlich davon, 2 bis 4 m mächtige, schwärzlichgrüne basaltähnliche Laven zu Tage, die getrennt sind durch eben so dicke Schlackenlagen. Besteigt man den Gipfel von der Fossa delle Rocche rosse her, so bemerkt man trotz der tiefen, über den Abhang hinziehenden Schluchten nirgends das darunter liegende Gestein; auf jener dem Bimssteinkrater zugekehrten Seite fand eben die beträchtlichste Ueberschüttung statt. Der Gipfel des Berges selbst ist nur von einer geringen Tufflage bedeckt, unter welcher, unmittelbar unterhalb der Spitze, rötliche Breccien des basischeren Gesteins zu Tage liegen. Eine höchst merkwürdige Erscheinung, die eben wegen der Bimssteinbedeckung nicht näher untersucht werden kann, ist eine schüsselförmige Vertiefung in 508 m Höhe, 200 m lang und breit, rings umgeben von einem Wall von Bimssteinen. Sie führt den Namen Fossa tre pecore. Die Mulde stellt offenbar einen halb verschütteten Krater dar und kann als eine der schönsten Kraterbildungen der Insel bezeichnet werden. Ganz nahe derselben sieht man wieder hochrote, zersetzte eruptive Breccien, die dem Platz den Namen Sangue rosso verschafft haben. Am besten aufgeschlossen ist der Kern des Berges in dem Thale, das sich vom Gipfel hinunterzieht gegen Acqua calda. Die Bimssteindecke erscheint dort nicht sehr mächtig; darunter treten dann zunächst in guter Entwickelung die Tufflösse hervor und unter diesen da und dort eine Aufeinanderfolge von 1—1,50 m mächtigen Lavalagen und Agglomeraten, letztere reich an eckigen Auswürflingen. Beide zeigen ein vom Gipfel gegen das Meer gerichtetes Einfallen. Aus jenen Laven besteht auch die nördliche Steilküste von der Punta del Legno Nero bis gegen Acqua calda. An allen bis jetzt bezeichneten Aufschlüssen findet sich basaltartiges dunkles, meist sehr dichtes Gestein, das im ganzen demjenigen der Timponi dell' Ospedale und Potasso nicht unähnlich ist und wie dieses ein Mittelding zwischen Augitandesit und Basalt mit ziemlichem Olivingehalt darstellt. Nur äusserlich davon verschieden sind die roten porösen Laven an der Chiesa vecchia oberhalb des Scoglio dell' Imeruta und die schwarzen, mehr schlackigen Laven, welche nahe der Chiesa nuova alten Tufflagern eingelagert sind. Eine bei Acqua calda gesammelte Probe wurde durch Herrn Sand im k. Universitätslabortorium der Analyse unterzogen; diese ergab:

SiO_2	53,40
Al_2O_3	12,73
Fe_2O_3	11,28
MgO	2,62
CaO	12,08
$Na_2O + K_2O$	8,40
	100,51

Von Alkalien ist Na_2O der weitaus überwiegende Bestandteil.

[1]) 1832, S. 53. [2]) On the mode of formation of volcanic cones and craters. Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. XV. 1859, S. 541.

Was ich sonst in den Flussrinnen des Gebiets von Quattro Pani an Laven beobachtet habe, gehört dem Monte St. Angelo an, wie deutlich aus der mikroskopischen Beschaffenheit der Gesteine hervorgeht und auf der geologischen Karte zum Ausdruck gebracht wurde.

Nach Hoffmanns[1]) Abbildung, nach Corteses Karte und nach meinen eigenen von Salina aus gemachten Wahrnehmungen bestehen die Wände zwischen dem Inzolfato und der Punta del Legno Nero aus Laven, da und dort mit zwischengelagerten Tuffen. Die ersteren mögen wohl zum geringeren Theil dem Monte St. Angelo, zur Hauptsache aber und in den tieferen Horizonten den Timponi und dem Chiricastocke zugehören. Ob der letztere blos aus einem Vulkane besteht, oder ob mehrere Krater unter den mächtigen Bimssteinmassen begraben liegen, wird sich mit Sicherheit nicht entscheiden lassen; wahrscheinlicher aber scheint mir das letztere zu sein. Die Gestalt der Chirica ist, auch dann, wenn man sich den allenthalben an die Oberfläche tretenden Kern seiner Bimssteinhülle entledigt denkt, eine viel zu unregelmässige, um als ein einziger Vulkankegel aufgefasst zu werden. Auf dem von Südosten nach Nordwesten langgestreckten Bergrücken glaubt man denn auch vom Timpone Valle di Pera aus drei Kuppen wahrzunehmen, deren nordwestlichste mir als Serro del Fico (503 m) bezeichnet wurde, deren mittlere die Fossa tre Pecore ist, während sich noch weiter rechts der beide um etwa 100 m überragende Hauptgipfel erhebt. Es ist das freilich nur eine Vermutung, welche für die den Norden der Insel beherrschende Erhebung ähnliche Verhältnisse annimmt, wie sie bei dem nunmehr zu besprechenden Doppelvulkan herrschen.

4. Der Monte Rosa.

Der aus zwei Kegeln, dem Pizzo Campana (228 m) und dem Pizzo Mazzone (239 m) bestehende Monte Rosa, der nördlich von Lipari als ein breites, imposantes Vorgebirge ins Meer hinaustritt, ist von nur untergeordnetem geologischen Interesse.

Vom eigentlichen Inselkörper ist derselbe durch einen etwa 100 m hoch gelegenen passartigen Einschnitt getrennt, die Einsenkung zwischen den beiden flachen Kuppen selbst beträgt nur *71 m unter den Gipfel der höheren. Die geologische Abgrenzung des Zwillingsvulkanes gegen die Bildungen des Monte St. Angelo ist undeutlich und durch die Tufflösse, die gerade dort eine beträchtliche Entwicklung zeigen, verwischt. Die letzteren, samt einer Decke der jüngeren Bimssteine, haben die Oberflächengestaltung des Bergrückens soweit beeinflusst, dass es schwer fällt, auch durch geologische Untersuchungen festzustellen, ob, wie der äussere Anschein vermuten lässt, der Monte Rosa wirklich ein Doppelvulkan ist.

Eine Begehung des Vorgebirges lässt nicht sehr viel erkennen. Am Bagnicello sieht man noch die Laven und Tuffe des Monte St. Angelo unter etwa 15° gegen das Meer einfallen; über Tufflöss gelangt man dann nach den beiden Gipfeln, die von Bimssteinen überschüttet sind und keine Spuren eines Kraters wahrnehmen lassen. Erst wenn man von der flachen Einsenkung zwischen beiden in einer tiefen Schlucht südwärts gegen den Pignataro hinabsteigt, gewinnt man einen Einblick in die Struktur der Stratovulkane. 110 m unterhalb der ersteren liegt ein sehr grobblasiger Lavastrom zu Tage, der nach seinem Einfallen dem Pizzo Mazzone angehört, dann folgt konkordant eine Reihe von feinen Tuffen (33 m), dann grobe an Lapilli und Bomben reiche Lagen (30 m) und endlich die unteren Bimssteine, die

[1]) 1832, Taf. II, Fig. 2.

braunen Tuffe und die oberen Bimssteine. Im unteren Teil der Schlucht fand sich auch verwitterte Lava, die vom Pizzo Campana herabzukommen schien; übrigens dürften die vorhin aufgezählten Aschen- und Lapillischichten unter den älteren Bimssteinen allem Anscheine nach dem Pizzo Mazzone angehören. In der Tiefe ist noch deutlich zu erkennen, dass hier wirklich ein altes Thal zwischen zwei verschiedenen Kegeln vorliegt, während nach oben zu die Lagerung mehr und mehr sich verflacht und die Schichten von einem Kegel nach dem anderen hinübergreifen. Etwas Schwefel, der sich in der Thalschlucht findet, deutet darauf hin, dass bis in junge Zeit dort Fumarolen thätig gewesen sein müssen.

Deutlicher als bei der Untersuchung zu Lande erschliesst sich der Bau des Vorgebirges bei der Umfahrt. Jeder der beiden Kegel zeigt ein besonderes Einfallen seiner Ströme und Tuffschichten und die erwähnte Schlucht verläuft wirklich auf der Grenze zwischen beiden. Durch den Anprall der Wogen hat der östliche Kegel ziemlich stark gelitten und sein Inneres ist an der Sciarra di Monte Rosa und an der Punta della Galera aufgeschlossen. Man sieht dort schalenförmig abgesonderte Basaltfelsen und auch Gänge. Die Mächtigkeit eines Lavastromes, der dem Pizzo Mazzone angehört und am Pignataro an das Meer tritt, schätzte ich auf 9 m.

Das Gestein des Monte Rosa muss nach seiner Struktur und mineralogischen Zusammensetzung ein echter Basalt genannt werden; durch seinen zum Teil sehr hohen Olivingehalt unterscheidet es sich in auffälliger Weise von den Produkten des nahen Monte St. Angelo. Demselben petrographischen Typus wie die Laven gehören auch die Auswürflinge der Kegel an; eine Probe dieser letzteren erweist sich als reich an schönen Verwachsungen von Augit und häufigem Hypersthen. Der Kieselsäuregehalt einer Gesteinsprobe vom Pizzo Campana wurde durch Herrn Dr. Glaser zu 55,20 % gefunden.

Dass die Deutung des Doppelberges keine ganz leichte ist, geht aus der Verschiedenheit der Auffassungen früherer Beobachter hervor. So hielt Hoffmann[1]), wenn ich ihn recht verstehe, die beiden Kegel für die Reste eines Kraters, dessen Seitenwände eingefallen und dessen Spuren noch in der Einsenkung zwischen beiden, also wohl in der mehrfach erwähnten Schlucht zu sehen seien. Judd[2]) dagegen glaubt in dem Vorgebirge Lavaströme des Monte St. Angelo vor sich zu haben, die durch Senkungen in ihr jetziges Verhältniss geraten seien.

5. Der Monte St. Angelo.

Dieser 593 m hohe Berg bildet den Mittelpunkt der Insel und ist der bemerkenswerteste Vulkan derselben. Trotz der grossen Menge seiner Produkte besitzt er nicht die imposante Kegelgestalt der Fossa delle Felci oder des Monte dei Porri auf dem nahen Salina; denn während der letztere gegen Rinella unter 32° abfällt, misst man am östlichen Abhange des Monte St. Angelo kaum viel mehr als 10°. Die über die Hälfte der 38 qkm grossen Insel verbreiteten Tuffe und Laven des Vulkans zeigen nur in nächster Nähe des Kraters ein steileres Einfallen, während sie im weiteren Umkreis immer flacher gelagert erscheinen. Das deutet darauf hin, dass unter ihnen ein aus der frühesten Geschichte des Eilands stammender, wohl vielgestalteter Boden begraben sein muss. Ausserdem haben hier wie auf keiner der anderen Inseln verschiedene Tuffablagerungen, nämlich die älteren Bimssteine, die mächtig entwickelten Tufflösse und endlich die Produkte des Monte Pelato,

[1]) 1832, S. 31. [2]) 1875, S. 15.

Vertiefungen und Erhebungen teilweise ausgeglichen. Bis zu einer Höhe von ungefähr 350 m ist der Vulkan von ihnen grossenteils umhüllt. Seine eigentliche Struktur zeigt nur sein oberster Teil, besonders an der gegen Lipari gekehrten Seite oberhalb St. Margherita; da und dort hat ausserdem die Erosion seine Hülle entfernt, und man kann dann in Schluchten und an Steilwänden seine mächtigen Agglomerate und die dazwischen liegenden Laven beobachten.

Auf dem Gipfel deutet eine 450 m lange und 300 m breite Mulde auf den Krater hin. Die Umwallung ist gegen Westen durch einen Bachriss geöffnet und steigt im nördlich gelegenen Hauptgipfel 70 m über den Boden der Einsenkung an. Die höchste Erhebung des Südrandes, den man von Lipari aus zunächst betritt und auf dem sich die Trümmer einer alten Kapelle befinden, beträgt *532 m über dem Meeresspiegel. So weit das Gestein der Umwallung zu Tage liegt, besteht es aus festem Fels oder aus Bänken verkitteter Auswurfsmassen mit auswärts gerichtetem Fallen. Der Boden der Mulde ist bedeckt von mächtigen, jüngeren Tuffablagerungen und Alluvium. Zu unterst in den Bachrissen ruhen die braunen Tufflösse darauf, 1 m mächtig, schneeweisse junge Bimssteine, in die man mehrfach zum Zweck der Ausbeutung Höhlen gegraben hat. Darüber liegt eine 4—5 m mächtige Decke brauner Erde, die ganz an die Tufflösse erinnern könnte, indessen Stückchen des jungen Bimssteins und zusammengeschwemmte Obsidianbröckchen enthält und als Alluvium bezeichnet werden muss. Die älteren Bimssteine sind in dem Krater nicht blossgelegt. Der dem Monte Pelato zugekehrte Teil des Kraterrandes ist verhüllt von den jungen Bimssteinen.

Den Typus der St. Angelo-Gesteine stellen die Laven dar, welche zum Teil den Kraterrand bilden oder als Lavaströme, am unteren Ende aufgelöst in Blockhaufen, auf dem südwestlichen Gehänge des Berges lagern. Es sind Gesteine von schwarzer Grundmasse, in welcher fast nur Feldspäthe in scharfumgrenzten Durchschnitten zu bemerken sind. Das Mikroskop lässt sehr viel braune, glasige Grundsubstanz mit Mikrolithen von Augit und Plagioklas und in ihr porphyrische Einsprenglinge von Plagioklas, daneben gewöhnlich untergeordnet, manchmal sehr spärlich, solche von Augit, da und dort auch von Hypersthen erkennen. Dieser glasreiche und pyroxenarme Andesit, dessen Kieselsäuregehalt am Kraterrand zufolge einer Analyse Dr. Glasers 58,22 % beträgt, während eine Probe von St. Margherita Herrn Keil nur 56,54 % ergeben hat, ist so eigenartig und bleibt sich dabei so sehr gleich, dass er einerseits mit dem Gestein keines der übrigen Vulkane von Lipari, ja kaum mit demjenigen irgend eines äolischen Vulkans verwechselt werden kann, und dass man andererseits, wo sich Laven solcher Art im weiten Umkreis vorfinden, sicher sein darf, dass sie dem Monte St. Angelo entstammen. Mancherorts, mitunter weit entfernt von letzterem, treten sie auf: so bei Quattro Pani in einzelnen Thalrissen, westlich des Berges bei Madoro, inmitten der senkrechten Tuffwände an der heissen Quelle bei Bagno secco, am Bagnicello nahe dem Monte Rosa, in der Contrada della Marina (Mongiarda), mehrfach am Wege von Lipari nach der Perrera (nahe der Forgia vecchia), am Eingang des Cannetello und unterhalb St. Elmo. Diese weite Verbreitung über eine grosse Fläche beweist, dass der Vulkan wirklich ein sehr flacher Kegel und die geringe Steigung der Seitenlinien des Berges nicht nur auf spätere Tuffüberschüttung zurückzuführen ist. Da, wo jene Laven zusammen mit den unteren Tuffen auftreten, würde dieses allein schon mit ziemlicher Sicherheit dafür sprechen, dass die letzteren dem Monte St. Angelo entstammen.

Weniger zweifellos ist die Zugehörigkeit einer Gruppe von Lavaströmen, deren ich schon früher gelegentlich der Erörterung der Timponi Erwähnung gethan habe und welche längs der Westküste vom Timpone Calderaio bis über die Ricotta verbreitet sind. Unter dem später zu beschreibenden, den Untergrund von Piano Conte bildenden Cordieritandesitstrom ruhen die älteren, graugelben, stellenweise stark zersetzten und dann buntgefärbten Tuffe; diese werden an den „Fumaiole" wiederum unterlagert von einer mächtigen, kugelig abgesonderten Bank eines schwärzlichgrünen basaltischen Dolerits. Dieser ist ziemlich stark zersetzt und enthält in den Blasenräumen Aragonitnadeln.

Das Profil Fig. 17 erläutert die Lagerungsverhältnisse nahe den Fumaiole. An letzteren selbst haben das basaltähnliche Gestein und die darauf liegenden Tuffe tiefgehende Zersetzung erfahren und weiter gegen Westen sind sie verdeckt durch Blockwerk der Cordieritandesite. An den Fontanelle treten gleichartige Massen 60 m tiefer zwischen den Lösstuffen zu Tage, und es handelt sich offenbar auch um die gleichen Gebilde, wenn nicht um den gleichen Strom in den Gesteinen, die bei den Quellen des Fiume di Fuardo nahe dem Passo dell' Inferno anstehen. Von Interesse sind wiederum die Verhältnisse oberhalb der Thermen von S. Calogero in der Contrada Menavento (Livella). Die liegendste der dort anstehenden Laven ist der schwarze, an grossen Feldspäten und Augiten so reiche Basaltandesit, dessen grosse Aehnlichkeit mit zu den Laven des Mazzacaruso ich schon früher andeutete. Darauf folgen 2—3 m veränderte Tuffe, darüber eine etwa 10 m mächtige Bank roten, schlackigen Gesteins und, durch eine schlackige Basis davon getrennt, ein ungefähr 20 m mächtiger Lavastrom vom Aussehen des zuerst von den Fumaiole erwähnten, so dass ich annehmen möchte, es sei hier wie dort dieselbe Lavabank aufgeschlossen. Ueber ihr folgen wiederum veränderte Tuffe und die ganze Reihe von Laven wird beschlossen durch den discordant alles überlagernden Cordieritandesit. Unter der Ricotta ziehen sich die dunklen Laven in paralleler Lagerung mit den Tuffen hin, bis sie noch vor dem Bagno secco unsichtbar werden. Dort steht, wie schon erwähnt, ein Gestein vom Typus der Gipfelgesteine des Monte St. Angelo an. Am nördlichsten Fundplatze unter der Ricotta sind die Gesteine so hochgradig zersetzt, dass sie zu richtigen Mandelsteinen werden. Die Blasenräume sind erfüllt von kohlensaurem Kalk oder Chalcedon, und häufig sind die Chalcedonmandeln als kugel- oder scheibenförmige Körper aus dem mürben Gestein ausgewittert.

Die besprochenen Laven zeigen einen mit dem Grade der Verwitterung wechselnden äusseren Charakter; die frischeren Stücke besitzen eine grünlichschwarze Farbe und lassen auf dem Bruche Spaltflächen von Plagioklas und Augit erkennen. Nach dem mikroskopischen Befund sind sie alle als Hypersthenbasalte zu bezeichnen. Dass in diesen Gesteinen Ergüsse eines Vorläufers des Monte St. Angelo zu erblicken sind, erscheint um so wahrscheinlicher, als sie auch an der Südostseite des Vulkans ganz nahe der Stadt Lipari anstehen. Ich fand dort einen Basalt zwischen den zersetzten alten Tuffen des Timpone delle Croci nahe der Kirche S. Luca. Zu erwähnen sind ausserdem noch geringmächtige Lavaeinlagerungen zwischen den alten Tuffen unterhalb des Timpone del Corvo; sie sind schlackig und lassen nur Augiteinsprenglinge erkennen. Infolge der Fumaroleneinwirkungen, denen auch die umgebenden Tuffe ihre gelbe Färbung verdanken („terra gialla"), sind sie zersetzt und mit wasserhellem Opal überkleidet.

Die eruptive Thätigkeit des Monte St. Angelo endigte mit dem Ausbruche eines Stroms, dessen Gestein ausgezeichnet ist durch seinen Gehalt an Cordierit, Granat und grünem

Spinell. Seiner Verbreitung habe ich besondere Aufmerksamkeit zugewandt, nachdem ich bereits in dem um Ostern 1894 gesammelten Material den Cordierit mikroskopisch nachgewiesen hatte. Von den übrigen Laven des Vulkans unterscheidet er sich schon durch die Art seines Auftretens; während die typischen St. Angelo-Ströme ebenso wie die Laven des Porri oder die Andesite der Fossa delle Felci dem Gipfel entquollen zu sein scheinen, lässt sich der in Rede stehende Cordieritandesit nur bis zur Höhe von *375 m am Abhang des Berges verfolgen. Dort, in der Contrada Varesana di sopra, etwas oberhalb Piano Conte, scheint der Ursprungsort des Stromes zu liegen, der den felsigen Untergrund dieser fruchtbaren Ebene bildet, und über die Ränder des Plateaus hat er sich an den schon damals als unterseeischer Steilabfall bestehenden westlichen Abhängen über die älteren basaltischen Bildungen hinweggewälzt; seine Struktur erinnert etwas an diejenige der Obsidianströme und zeigt ähnliche Stauchungen und innere Zertrümmerungen wie sie sich bei jenen zähflüssigen Laven ereignen mussten. Die Mächtigkeit wechselt natürlich mit dem Gefälle des Untergrundes; bei Quattrocchi bestimmte ich sie zu 12 m. Ausser in der Form der Decke ist das Gestein an verschiedenen Punkten auch gangförmig zu beobachten: so in der Thalschlucht nahe der Wegekreuzung von Piano Conte westlich St. Margherita, ferner in der Fossa della Valle unterhalb der Kirche von St. Annunziata und in der Valle del Conte. Diese Gänge durchbrechen die unteren Tuffe, während der Strom das unmittelbare Liegende der älteren verlagerten Bimssteine bildet. Diese und besonders die Tufflösse verhüllen ihn zum grossen Teil, doch lässt sich wenigstens der Umriss der Lavadecke mit ziemlicher Genauigkeit feststellen. Fällt es schon auf, dass die vorhin genannten Gangausstriche sowie das höchstgelegene und das nördlichste Vorkommen des Gesteins in einer ziemlich geraden SO—NW gerichteten Linie liegen, so mag vielleicht der Umstand, dass ich nur südwestlich dieser letzteren diese Lava verbreitet fand, zu der Annahme berechtigen, dass das ganze Vorkommen auf den Ausbruch aus einer grossen mit jener Linie zusammenfallenden Spalte zurückzuführen sei.

Die Einzelheiten über die Lagerung des Stroms und sein Untergrund sollen bei der Schilderung der Tuffbildungen Liparis zur Sprache kommen, seine mikroskopische Beschaffenheit wird an anderer Stelle eingehend beschrieben werden. In ersterer Hinsicht möge einstweilen genügen, dass derselbe sich unter Wasser ergossen hat. Die Oberfläche des Ganges von der Valle del Conte ist schaumig aufgebläht, und in der Fossa della Valle sind die Tuffe im Kontakt mit dem Gange ockergelb gefärbt.

Es ist kaum möglich, ein allgemeines Merkmal für die eigentümlichen Gesteine anzugeben: die ungefähr vierzig mir vorliegenden Proben besitzen ein so verschiedenes Ansehen, dass man sie nicht für gleicher Herkunft halten möchte. Im allgemeinen sind es Gesteine, deren manchmal verwittertes Aeusseres und deren mürbe Beschaffenheit nicht zum Sammeln einlädt, von verschiedener Färbung, gelblich, grau, rötlich, dunkelgrün oder schwärzlich, bald von trachytischem, bald von mehr basaltischem Habitus. Doch vermag das Mikroskop in allen den sie charakterisierenden Cordierit und Granat nachzuweisen, welche an einzelnen Vorkommnissen, besonders schön in dem gelblichen Gestein von der Contrada Varesana, schon mit blossem Auge zu erkennen sind; dort fand sich ein 9 mm langer Durchschnitt eines Cordieritkrystalls. Des weiteren führt das Gestein in grossen Massen Einschlüsse umgewandelter Gesteinstümmer; sie geben sich deutlich genug als umgewandelte Trümmer eines Gesteins aus der Gneiss- oder Schieferformation zu erkennen. Ausserdem sind Quarzitfragmente häufig. Meistens sind die Einschlüsse an den Ecken und Kanten, zweifellos infolge der Einschmelzung, gerundet und im allgemeinen sehr ähnlich denjenigen, welche Lacroix aus der Auvergne kennen gelehrt hat.

Ich hatte Gelegenheit, einen Vergleich mit einem von Herrn Prof. Dr. Groth am Mont Capucin[1]) gesammelten und im Münchener Mineralienkabinet hinterlegten Stücke anzustellen. Da die Einschlüsse grösstenteils aus Cordierit, einem diallagartigen Augit und grünem Spinell bestehen, besitzen sie eine schmutzigviolette, braugraue oder schwärzliche Färbung; das unbewaffnete Auge erkennt auf dem Bruche Spaltflächen des Augits und da und dort auch Biotitblättchen.

Die Bestandteile des Gesteins sind monokliner Pyroxen, Plagioklas, Cordierit, zum Teil mit sehr deutlichen Krystallumrissen, meistens aber in angeschmolzenen Körnern, ebensolche von Granat, etwas Magnetit und viel grüner Spinell, mitunter auch angeschmolzene Glimmerblättchen und etwas rhombischer Pyroxen. Sie sind eingebettet in eine farblose oder mehr oder weniger braun gefärbte, an Feldspath- und Pyroxenmikrolithen reiche Grundmasse. Sanidin scheint vorhanden zu sein, konnte aber nicht sicher nachgewiesen werden.

Die Analyse einer Probe von der Varesana ergab Herrn Dr. Glaser folgendes Resultat:

SiO_2	59,31
Al_2O_3	16,95
FeO, Fe_2O_3	8,07
MgO	1,65
CaO	4,30
Na_2O	1,59
K_2O	3,42
P_2O_5	0,40
Wasser bei 100°	2,10
Glühverlust	2,64
	100,43

Der bei 100° entweichende Wassergehalt ist zu hoch, um als hygroskopische Feuchtigkeit aufgefasst zu werden. Vielmehr glaube ich, dass fast der gesamte Glühverlust, also 4,74%, auf einen Wassergehalt der Glasmasse des Gesteins und nur untergeordnet auch auf den der spärlichen Umwandlungsprodukte zurückgeführt werden muss. Vernachlässigt man trotzdem den bei 100° erreichten Wasserverlust, so berechnet sich die Zusammensetzung des Gesteins auf:

SiO_2	60,57
Al_2O_3	17,31
FeO, Fe_2O_3	8,25
MgO	1,69
CaO	4,39
Na_2O	1,62
K_2O	3,49
P_2O_5	0,41
Glühverlust	2,70
	100,43[2])

[1]) Lacroix, Bull. de la carte géologique de France 1890. II. Nr. 11. — Bull. soc. géol. de France 1890 (3) XVIII. S. 846 ff.

[2]) Der Eisengehalt ist als Oxydul in Rechnung gezogen; bei der Annahme von Eisenoxyd erhielt

Sehr auffällig ist der hohe Kaligehalt des Gesteins, das nach seinen mineralogischen Elementen und seiner Struktur als Andesit bezeichnet werden muss und insbesondere bezüglich letzterer viel Aehnlichkeit hat mit dem Gestein der Fossa delle felci auf Salina. Inwiefern die chemische Beschaffenheit der sehr interessanten Lava durch die Einschmelzung fremder Gesteinstrümmer beeinflusst worden sein konnte, ist eine interessante Frage, der ich vielleicht ein anderes Mal näher treten werde.

Ehe ich in der Beschreibung der Vulkantypen fortfahre, muss ich nun noch einiges über einen Lavastrom bemerken, welcher sich südlich der Quattrocchi gegen die heutige Valle di Muria ergossen hat und in dieser am Fusse der Felsen des Monte Guardia endigt. Schon bei Hoffmann[1]) findet sich derselbe erwähnt. Der Strom bedeckt als eine 6—8 m mächtige rote Decke die älteren, stark zersetzten und mit Gyps durchlagerten bunten Tuffe an der Spiaggia di Muria und lässt sich bis zu den Quattrocchi hinauf verfolgen. Es ist ein Hornblende-Pyroxenandesit mit zersetzter Hornblende und rhombischem und monoklinem Pyroxen, verschieden von den älteren Laven des Monte St. Angelo und eher an die Andesite von Salina oder Stromboli erinnernd; erwähnt seien grüne Augite in Hohlräumen des Gesteines. Stark veränderte Laven, welche unter dem Mikroskop gleichfalls Pyroxen, zersetzte Hornblende und Plagioklas erkennen lassen und mitunter ganz trachytische Struktur besitzen, bilden die Felsabhänge der Quattrocchi selbst. Diese und die vorige sind jünger als die eigentlichen St. Angelo-Laven und älter als der Cordierittrachyt, als dessen unmittelbare Vorläufer sie vielleicht aufzufassen sind. Wie diesen so kann man wohl auch sie als selbständige Bildungen betrachten, die mit der Thätigkeit jenes Vulkans unmittelbar nichts zu thun haben.

II. Vulkane vom Typus Monte Guardia.

Der Aufbau keines der soeben besprochenen Vulkane vermag das Interesse in besonderem Maass zu fesseln; sie bieten nichts, was sich nicht viel schöner an den Kegeln von Salina, Stromboli, Filicudi oder Alicudi beobachten liesse. Eine um so bemerkenswertere Stellung nehmen dafür diejenigen Bildungen ein, welche den felsigen Untergrund des südlichen Teils der Insel ausmachen. Als ein schmaler Fortsatz erstreckt sich jenseits der Valle del Conte und des Muriathales ein Bergland nach Süden, das im Monte Guardia (369 m) und im Monte Giardina (283 m, nach meiner Messung *267 m) seine höchsten Erhebungen besitzt. Durch tiefe, nach Osten und Westen gerichtete Schluchten sind diese beiden Berge fast von einander getrennt, und ebenso wird auch der Uebergang von den Abhängen des Monte Guardia nach der weiter südlich gelegenen Fossa di Lazzaro (ca. 270 m) nur durch einen schmalen Felsrücken vermittelt, zu dessen beiden Seiten Schluchten einerseits nach dem Meere, anderseits an den südlichen Steilwänden des Monte Guardia gegen Osten (Vallone del Vecchio) sich hinziehen. Durch eine tiefe, in der Längsrichtung des Berglandes verlaufende Einsenkung ist der Monte Capistrello (*132 m) von diesen westlichen Gebilden geschieden, in welchen man im Hinblick auf ihre mehr oder weniger auffällige Isolierung von vornherein drei selbständige Kegel zu erblicken geneigt ist. Auch der Capistrello stellt, von Thälern und Schluchten allerseits umgeben, eine Kuppe für sich dar.

Dr. Glaser die hohe Summe von 101,33, die auch bei einer Wiederholung der Analyse keine wesentliche Aenderung erfuhr. Er nimmt deshalb an, das Eisen müsse wenigstens zum grössten Teil als Oxydul vorhanden sein.

[1]) 1832, S. 35.

Schwieriger, wenn nicht unmöglich, ist die Deutung der Felsen, die das freundliche Weingelände von S. Salvatore und den aus älterem Bimssteintuff und Tufflöss gebildeten Piano Antilla umgeben und in steilen Wänden gegen das Meer abstürzen. Vom Porto delle Genti bis zur Punta Crepazza im Süden und von da bis zur Valle di Muria zeigt das an der Küste und in den Klippen anstehende Gestein immer den Charakter der später noch näher zu bezeichnenden Laven des Monte Guardia, Monte Giardina, der Fossa di Lazzaro und des Capistrello. Und so schwierig es im allgemeinen ist, diese Erhebungen nach Verschiedenheiten der von ihnen gelieferten Produkte zu individualisieren, so wenig gelingt es, für die steilabgebrochenen, von den Fluten schon sehr stark mitgenommenen Laven der südlichen Küste besondere oder gemeinsame Ursprungsherde nachzuweisen.

Das Hügelland von S. Salvatore ist wohl als der schönste Teil der auch im übrigen an Reizen nicht armen Insel zu bezeichnen. Der grossartige Blick auf den dunklen Krater und die öden Aschenfelder der Insel Vulcano, die durch einen nur 750 m breiten Meeresarm von Lipari getrennt ist, lässt diese Anmut nur noch grösser erscheinen.

Die Struktur der hier zu besprechenden Vulkane lässt sich am geeignetsten am Monte Guardia und am Monte Giardina studieren. Ihrer gegenwärtigen Gestalt liegen zwei Körperformen zu Grunde: auf ihren gegen Osten, Süden und Norden gekehrten Flanken beobachtet man einen sehr steil ansteigenden, stellenweise senkrechten und unzugänglichen Sockel, dessen Wände am Monte Guardia bis zur Höhe von 250 m über dem Meeresspiegel ansteigen. Der Fuss der Wände ist verhüllt durch die in mehr oder weniger sanfter Neigung abfallenden Bänke der älteren, zumeist verlagerten Bimssteine, über welche jene im Mittel etwa 40 m sich erheben. Den oberen Teil der Berge bilden dann Kuppen, deren Regelmässigkeit durch eine deutliche Terrassierung gestört wird.

Das Gestein, welches alle die südlichen Bildungen Liparis aufbaut, erinnert in vielen Stücken an die typischen Obsidianströme der nördlichen Vulkane der Insel. Indem ich eine eingehendere Besprechung derselben am Ende dieses Abschnittes beabsichtige, sei an dieser Stelle zunächst hervorgehoben, dass die innere Struktur der den Monte Guardia, den Monte Giardina, den Capistrello u. s. w. bildenden Massen weit entfernt ist von derjenigen der sogenannten homogenen Vulkane des Erzgebirges, Böhmens, des Siebengebirges, Siebenbürgens etc. Die südliparischen Vulkane sind keine massiven „Quellkuppen“, sondern sie gleichen vielmehr grossen Haufen von Blöcken, die zusammen mit kleineren Trümmern im halbflüssigen, zähen Zustand in einandergepresst, gewissermassen mit einander verschweisst worden sind. Die Eruption dieser Laven muss eine sehr langsame, eine träge gewesen sein; die Menge der gleichzeitig geförderten Massen war eine geringe, der Grad ihrer Verflüssigung reichte gerade hin, um sie zur Oberfläche zu fördern. Dort stauten sie sich um die Ausbruchsöffnung, die neu geförderten Massen wurden in die noch zähen hineingepresst und, da die Eruption, wie später zu beweisen ist, unter Wasser vor sich ging, so war die Abkühlung eine rasche und damit auch eine Auflösung der geförderten Massen in schollenförmige, aber immer noch ziemlich plastische Trümmer bedingt. Die letzteren tragen in sich die deutlichsten Anzeichen dafür, dass sie wirklich geflossene Lava gewesen sind, d. h. sie zeigen häufig eine hübsche Bänderung, die schon makroskopisch sichtbar ist und durch einen Wechsel von poröseren und dichteren, helleren und dunkleren Massen, manchmal auch von halb entglasten und obsidianischen Partien bewirkt wird.

Am schönsten beobachtete ich diese Erscheinungen an den Felswänden, in welchen der Monte Giardina gegen die Valle del Conte abfällt. Das Gestein liegt dort, durch ein geringes Ueberhängen der Felswand geschützt, so frisch zu Tage, als wenn es erst vor kurzem hervorgequollen wäre: es sind gewundene, gedrehte und gebogene Lavabänder mit deutlicher Fluidalstruktur und so mit einander verbacken, wie es etwa Glasstücke thun würden, die man im Feuer eben nur weich gemacht und aufeinander geschüttet hätte. Ganz Aehnliches sah ich auch im Vallone del Vecchio wieder, wo die Sockelwände des Monte Guardia aus den alten Bimssteinen hervortreten; man kann durch Rütteln oft Stück für Stück der löcherigen Wand entnehmen, wie aus einem Schlackenhaufen.

Genetisch sind die Obsidiankuppen des südlichen Lipari das Gleiche wie die Obsidianströme des nordöstlichen Inselteils. Ihre besondere Gestalt verdanken dieselben wie gesagt der raschen Abkühlung der Laven durch das Seewasser. Im Gegensatz zu den übrigen, als Stratovulkane, als homogene Dome und Decken bekannten Vulkangebilden, möchte ich sie als „Schollenkrater“ bezeichnen. Wie sich zeigen wird, hat ihre Bildung nicht ohne Explosionen stattgefunden, und darin beruhen ihre nahen Beziehungen zu den echten Stratovulkanen. Von den älteren Vulkanen der Inselgruppe freilich unterscheiden sich diese Schollenkrater, wie schon früher angedeutet wurde, durch den gänzlichen Mangel eines eigentlichen Tuffmantels. Indessen sind sie rings umgeben von den älteren Bimssteinen, zum Teil auch von diesen bedeckt, und diese sind petrographisch so nahe mit dem Gestein jener verwandt, dass es am nächsten liegt, beide mit einander in irgend welche Beziehungen zu bringen. Welcher Art letztere sind, wird später noch zu erörtern sein, während hier im Gegensatz zu Cortese[1]) nur betont werden soll, dass nirgends eine Wechsellagerung von Laven und zugehörigen Tuffen in jenem Teile Liparis zu beobachten ist, ebensowenig als ich dort echte Lavaströme bemerken konnte.

6. Der Monte Giardina.

Nur der Monte Giardina und der Capistrello lassen auf ihrem Gipfel sehr auffällige Vertiefungen erkennen, welche für Krater angesehen werden müssen. Besteigt man den ersteren von Lipari her, indem man an der Kirche von S. Bartolo (*155 m) vorbei geht, so trifft man unmittelbar unter der Einsattelung (*234 m) zwischen dem Monte Guardia und Monte Giardina eigentümliche, festverkittete Breccien mit rostroter Oberfläche, welche sehr deutliche, unter N 35° O streichende und 35° gegen die Stadt Lipari einfallende Schichten bilden. Sie finden sich wieder an der Westseite des Hauptgipfels und fallen dort nach der Innenseite des alsbald zu besprechenden Kraters ein. Sie enthalten keinen Obsidian, sondern nur eckige Stücke der Laven, welche den Berg zusammensetzen und sind auch anderer Art als die Bimssteine des unteren Horizonts. Schon Hoffmann[2]) sind diese Schichten aufgefallen; er hat sie für „plattenförmige Laven“ gehalten. Ich muss gestehen, dass ich für die Bedeutung dieser recht seltsamen Breccien vergeblich nach einer ganz befriedigenden Erklärung suchte. Ich glaube aber sie am ehesten für die eigentlichen Auswürflinge des Monte Giardina, für die letzten unter Wasser verkitteten Reste solcher ansehen zu sollen. Dafür wurden sie auch von Cortese[3]) gehalten. Einige Bestätigung fände diese Ansicht in

[1]) 1892, tab. V. [2]) 1832, S. 45. [3]) 1892, S. 29. Tab. V.

noch auffälligeren Wahrnehmungen auf dem Capistrello und späterhin an der Forgia vecchia und im Pelato-Krater.

Von der erwähnten Einsattelung aus erreicht man den Krater, die Fossa della Valle del Monte, wie sie von Hoffmann bezeichnet wird. Er stellt eine schüsselförmige Einsenkung dar, deren grösster in der Richtung SO-NW verlaufender Durchmesser 350 m beträgt. Nur gegen NW steigt ihr Rand sanfter zu einem niedrigen Riegel an, über den man gegen die Valle del Conte und nach der Valle di Muria gelangt. Auf den übrigen Seiten ragen die Felsen des Monte Guardia und die beiden an Höhe nur um 3 m verschiedenen Gipfel des Giardina auf. Der Boden der Mulde liegt 60 m tiefer als der Ostgipfel des Berges. Sie ist reich mit Reben bepflanzt und ehedem jedenfalls mit älteren Bimssteinen und dem Tufflöss erfüllt gewesen, deren Lagerungsverhältnisse durch die Kultur wenigstens oberflächlich vollständig verwischt worden sind.

7. Der Monte Guardia.

Auch der Monte Guardia lässt auf seinem Gipfel eine Vertiefung erkennen, die 80 m im Durchmesser hält und 12 m unter den höchsten Punkt ihres Randes eingesenkt ist. Es wäre eine müssige Arbeit, wollte man sich wegen ihrer Deutung bemühen.

Ungefähr 100 m unterhalb des Gipfels, da wo eine verfallene Schäferhütte steht, zieht sich eine schmale Terrasse an der Westseite des Monte Guardia hin. Auch auf ihr fand ich stellenweise festverkittete Breccien, welche ich ebenso wie die Terrasse als Gebilde betrachte, die mit einer alten Uferbildung im Zusammenhange stehen.

8. Der Monte Capistrello.

Ein in der Richtung S—N verlaufendes Thal trennt den Monte Guardia von dem in mehrfacher Beziehung recht merkwürdigen Capistrello. Der *132 m hohe Berg umschliesst halbkreisförmig eine etwa 300 m im Durchmesser haltende, angebaute Ebene, die *23 m über dem Meere gelegen ist. Ueber die ziemlich steilen Innenwände des Ringes gelangt man nach dem Gipfel, in dessen Nähe ich festverkittete Massen sah, welche deutlich die scharfkantige Gestalt von Bomben und zum Teil eine glasige Beschaffenheit mit kugeliger Absonderung im Innern erkennen liessen. Mit mehr Bestimmtheit als bei den geschichteten Breccien am Monte Giardina möchte ich hier von Auswürflingen des Vulkans sprechen. Dem Capistrello gehören jedenfalls auch die sehr glasigen Laven bei S. Nicola an, während ich mir über die Zugehörigkeit der Obsidiane von der Contrada Capitale keine Klarheit verschaffen konnte, da sie nur zum Teil aus der Bimssteindecke hervorragen.

9. Die Fossa di Lazzaro.

Diese Kuppe lässt nichts wahrnehmen, woraus man schliessen könnte, dass dieselbe in ihrer jetzigen Gestalt einen besonderen Kegel darstelle; doch mag der Berg den Rest eines solchen bilden. Die Wogen des Meeres haben gewaltig an der Zerstörung der Westküste der Insel und vor allem der so wenig widerstandsfähigen Gesteine des südlichen Gebiets gearbeitet. So fallen denn die Berghänge hier in mächtigen bis 200 m hohen Wänden gegen die See hin ab; längs derselben aber sind immerhin noch deutlich genug Terrassen zu erkennen, auf denen Reste der alten Bimssteinbedeckung ruhen.

Die im südlichsten Teil Liparis auftretenden Gesteine sind J. Roths Liparite. Obwohl sie an den verschiedenen Fundorten eine grosse Aehnlichkeit zeigen, so gelingt es einer genaueren Beobachtung doch, für den Bereich der einzelnen Vulkane gewisse Gesteinstypen festzustellen. Ich glaube deren drei anführen zu können.

1) Die thonsteinähnlichen Laven Hoffmanns.[1] Sie sind gewöhnlich wenig porös, von grauer, schwärzlicher, brauner, gewöhnlich aber von fleischroter Farbe, von rauhem, glanzlosem Bruch und meistens geringer Festigkeit. Ihre Grundmasse enthält mehr oder weniger amorphe Substanz und besteht im übrigen sehr häufig aus winzigen Sphärolithen, die gebildet werden von schwach doppelbrechenden, farblosen Aggregaten. Die Entglasung der Grundmasse ist weiter vorgeschritten als bei den beiden anderen Typen. Sehr häufig beobachtet man eine Bänderung infolge eines Wechsels dunklerer und hellerer Partien; Obsidiane scheinen inmitten dieser Laven nicht zur Ausbildung gekommen zu sein. An Einsprenglingen führen dieselben vor allem monoklinen und untergeordneter auch triklinen Feldspath. Ausserdem — wenigstens am Monte Giardina — schon makroskopisch erkennbare dünne Nädelchen von Hornblende und in sehr spärlichen Mengen Magnetit.

Den eben beschriebenen Habitus tragen die Gesteine vom Monte Giardina, vom Falcone, an der Spiaggia di Vinci und von der Klippe Pietra lunga; auch im nördlichen Teile des Capistrello sammelte ich eine Probe, welche einige Aehnlichkeit mit manchen Stücken vom Monte Giardina aufweist.

Besonderes Interesse verdienen die in solchen Gesteinen stellenweise häufigen, manchmal prächtigen Lithophysen. So findet man beim Abstieg vom Piano Greco nach der Valle di Muria Blöcke, welche ganz erfüllt sind mit solchen. Da diese aber sehr wahrscheinlich Bomben darstellen, sollen sie späterhin bei den unteren Bimssteinen besprochen werden. Hübsche Lithophysen zeigt ferner ein Handstück von der Spiaggia di Vinci.

Besonders gut eignen sich zum Studium des Giardinagesteines Blöcke, welche von dem Abhange des Berges nach der Spiaggia di Muria abgestürzt sind. Ich beobachtete daselbst recht eigentümliche Absonderungserscheinungen: auf den beiden rauhen Flächen der dünnen Platten, in welche ein solcher Block spaltete, sah ich eine grosse Menge etwa 3 mm langer und 1 mm breiter, fruchtartiger dunkler Erhebungen, die im Abstande von wenigen Millimetern fast genau parallel über die Fläche angeordnet waren und denen auf der Gegenplatte ebenso gestaltete und gefärbte Vertiefungen entsprachen.

2) Das Gestein des Monte Guardia und der Fossa di Lazzaro kann als eine Bimssteinlava bezeichnet werden. Die Grundmasse ist fast ganz glasig, im Dünnschliff farblos, von verhältnismässig wenigen Sphärolithen durchsetzt. Die Glasmasse ist porös, ein wenig bimssteinartig aufgelockert und in Hohlräumen manchmal deutlich in seidenglänzende Fäden ausgezogen. An Einsprenglingen beobachtet man Sanidin, Plagioklas und braune Hornblende. Die Farbe der Laven ist eine graulich- oder rötlichweisse; nahe dem Sattel zwischen dem Giardina und Guardia findet sich ein Gestein, das leuchtend zinnoberrot gefärbt ist. Vor der Verwitterung sind die Blöcke geschützt durch eine glänzende dunkle Oberflächenkruste, die viel härter ist als das zerreibliche Gestein selbst: da wo dieselbe verletzt ist, bilden sich im Innern der Blöcke infolge der Winderosion sehr auffällige, grosse Hohlräume. Dergleichen zu beobachten, hat man an der Südseite des Monte Guardia mehrfach Gelegenheit.

Vielleicht ist die bimssteinartige Ausbildung dieser Laven nur eine mehr oberflächliche Erscheinung; denn solche Proben, welche ich in der Valle del Vecchio am Fusse des Monte Guardia sammelte, zeigten Uebergänge in dichten Obsidian oder in Thonsteinlaven.

3) Die dritte Abart gehört dem Capistrello an. Es sind schwarze, graue und rötliche Gesteine, die teils den thonsteinähnlichen Laven des Giardina gleichen und infolge einer mehr oder weniger weitgehenden Entglasung der Grundmasse eine kleinsphärolithische Struktur erkennen lassen, dabei aber häufig Bänder von Obsidian enthalten, oder es sind fast

[1]) 1832, S. 46, 47.

reine Obsidiane mit nur geringfügigen sphärolithischen Einlagerungen. Gegenüber den zuvor besprochenen Gesteinstypen ist dieser ausgezeichnet durch seinen reichlichen Augit-Gehalt; der Pyroxen findet sich sowohl in Mikrolithen neben solchen von Feldspath und brauner Hornblende in der Grundmasse, als er auch schon makroskopisch wahrnehmbare, etwa 1 mm lange Einsprenglinge von lichtgrüner Farbe bildet. Daneben sieht man auch frische oder in Brauneisenerz umgewandelte Olivine. In den mir vorliegenden Proben und Dünnschliffen habe ich dagegen nirgends einen Feldspatheinsprengling bemerken können, und in dem Fehlen oder Zurücktreten dieses Bestandteils einerseits und dem reichlichen Vorhandensein des Augits anderseits liegt einer der Hauptunterschiede zwischen den Laven des Capistrello und den übrigen bisher gekennzeichneten sauren Laven. Tridymit ist manchmal in reichlicher Menge in diesen Gesteinen enthalten.

Sehr arm an Einsprenglingen scheinen die sehr glasreichen kleinsphärolithischen Laven von der Spiaggia della Ferrante zu sein. Sie sind stellenweise reichlich bedeckt von Eisenglanzkrusten; sehr hübsche Eisenglanzdrusen enthält ein mürbes Gestein, das nahe S. Nicola am Meere zu Bauzwecken gebrochen wird.

Eine dem Capistrellogestein verwandte Lava ist die von der Punta Crepazza. Sie ist gleichfalls Augit und Olivin führend und ausgezeichnet durch reichliche Einschlüsse eines dunkelroten Gesteins, das ich für einen Augittrachyt halten möchte. Solche fremde Einschlüsse, jedoch von ganz basaltischem Charakter, finden sich auch in dem Obsidian des Capistrello, der an dessen Westseite ansteht und über den einmal das von Lipari nach der Kirche von S. Salvatore ziehende Strässchen hinwegführt.

Eines der schönsten Vorkommnisse im Süden der Insel ist der am Scoglio Quadro di S. Giuseppe anstehende ausgezeichnete Sphärolithfels. Die Grundmasse desselben ist ein pechschwarzer Obsidian und die Entglasungen haben sich in der Regel um ein Sanidinkorn vollzogen.

Bisher hatte meines Wissens nur Abich[1]) eine Analyse dieser Gesteine vorgenommen. Dieselbe ergab für den „Thonstein ähnlichen Trachytporphyr vom Monte Guardia“:

		Nach Abzug des Glühverlustes berechne ich:
SiO_2	= 68,35	71,68
Al_2O_3	= 13,92	14,60
Fe_2O_3	= 2,28	2,39
CaO	= 0,84	0,88
MgO	= 2,20	2,31
K_2O	= 3,24	3,40
Na_2O	= 4,20	4,50
Glühverlust (grösstenteils Schwefelsäure und Schwefel)	= 4,64	—
	99,76	99,76

Herr Dr. Glaser war so freundlich, noch einige Kieselsäurebestimmungen vorzunehmen und fand:

Gestein der Fossa di Lazzaro (Bimssteinlava)	73,05 % SiO_2
Gestein von der Innenwand des Capistrello (Thonsteinlava)	74,23 % SiO_2

Ich habe mich im vorigen absichtlich bei der Beschreibung der hierher gehörigen Gesteine kurz gefasst; eine eingehendere Besprechung ihrer mikroskopischen Beschaffenheit, welche noch manches Bemerkenswerte zu erwähnen hätte, ginge über den Rahmen der vorliegenden Arbeit hinaus. Sabatini hat übrigens bereits das Wichtigste darüber mitgetheilt.[2])

[1]) 1841, S. 25. [2]) 1892, S. 100 ff.

Das ganze südlich der Hauptstadt gelegene Gebiet hat also, wie gesagt, einen aus Lipariten bestehenden felsigen Untergrund. Diese „dichten Thonsteine mit porphyrartig eingeschlossenen, weissen, glasigen Feldspathkörnern“, wie Hoffmann die Laven nannte, sind später von Abich[1]) als „Thonstein ähnlicher Trachytporphyr“, von Roth[2]) als Liparite bezeichnet worden, während neuerdings Sabatini dieselben in zwei Gruppen, in Trachyte (Augittrachyt zwischen Monte Guardia und Capistrello, Trachyt vom Monte Guardia zum Teil) und in Rhyolithe (Thal zwischen Monte Guardia und Capistrello, Monte Guardia zum Teil und Monte Giardina) eingeteilt hat, indem er zugiebt, dass zwischen beiden Typen keineswegs eine scharfe Scheidung möglich sei. Die vorstehenden Analysen aber lassen keinen Zweifel über die liparitische Natur dieser untereinander sehr nahe verwandten Gesteine.

Das Altersverhältnis der soeben besprochenen Vulkane mit sauren Laven zu den vorher beschriebenen Gebilden von basischer Gesteinsnatur ist nirgends unmittelbar erkennbar. Selbst dort, wo die Gebiete beider zusammenstossen, also im Muriathal und in der Valle del Conte, wo gerade die Erosion auf der Grenze von lockerem Tuff und festem Fels in die Tiefe gearbeitet hat, ist es unmöglich, von einer Uebereinanderlagerung etwas zu bemerken. Dort wie an der Spiaggia di Muria scheinen die alten Tuffe des Monte St. Angelo, die Cordieritlava und der von Quattrocchi herabkommende Strom wie durch eine Verwerfung an den Wänden des Monte Guardia abgeschnitten zu sein. Sehr gewichtige Gründe aber lassen dennoch keinen Zweifel daran bestehen, dass diese Liparite jünger sind als die basaltischen und andesitischen Vulkane der Insel. Erstlich sind jene nirgends von den älteren Tuffen des Monte St. Angelo bedeckt, die in einer Mächtigkeit von fast 200 m bis an sie heranreichen, während andererseits sogar die Cordieritlaven von Varesana noch unter den älteren Bimssteintuffen begraben liegen, welche, nach ihrer grossen petrographischen Aehnlichkeit zu schliessen, mindestens nicht viel jünger sind als die Liparite. Ferner findet man nirgends in den basischeren Laven Einschlüsse von letzteren, umgekehrt aber enthält z. B. der Obsidian von Capistrello basaltartige Gesteinstrümmer umschlossen. Endlich zeigen die in Rede stehenden Gebilde in chemischer Hinsicht bereits so viel Aehnlichkeit mit den sogleich zu besprechenden, unzweifelhaft jüngsten obsidianischen Laven der Insel, dass sie sehr wohl als deren unmittelbare Vorläufer aufgefasst werden können.

III. Vulkane vom Typus Monte Pelato.

Es sind das die grossen Obsidianströme an der Forgia vecchia und den Rocche rosse, die beide an ihrem oberen Ende deutliche Kraleröffnungen bemerken lassen, und deren Erguss mit der Förderung lockeren Auswurfsmaterials Hand in Hand ging. Den im vorhergehenden Abschnitt behandelten Vulkanen des Typus Monte Guardia stehen sie so nahe, dass es ausser mehr oder weniger ins Gewicht fallenden petrographischen Unterschieden nur die Folgen eines äusseren, die Eruptionen begleitenden Umstands gewesen sind, welche der Forgia vecchia und dem Vulkan Monte Pelato (Fossa delle Rocche rosse) ihr besonderes Gepräge aufdrückten. Ich meine damit die Senkung des Meerespiegels, welche seit dem Ausbruch des Monte Guardia und seiner Nachbarn so weit vor sich gegangen war, dass die nunmehr zu beschreibenden Laven und Auswürflinge schon eine trockene Unterlage vorfanden.

---

[1]) 1841, S. 25. [2]) Gesteinsanalysen 1861. XXXIV.

Die jüngsten Vulkane Liparis, die Forgia vecchia und der Monte Pelato, liegen auf einer NS gerichteten Linie, welche auf Vulcano durch den Vulcanello, den Vulkanrest der Faraglioni, den Adventivkrater der Forgia vecchia und den Vulcanokrater verläuft.[1]) Ich werde später noch über die Bedeutung derselben eingehender zu sprechen haben; hier sei nur darauf hingewiesen, dass sie überhaupt die grosse Mehrzahl der jüngsten liparischen Vulkane verbindet; es liegt nahe, anzunehmen, dass die Thätigkeit dieser Vulkanreihe eingeleitet worden ist durch die massenhafte Liparitförderung der Monte Guardiagruppe, welche auf der Mitte dieser Linie gelegen ist.

10. Die Forgia vecchia.

Dieser Vulkan stellt eines der interessantesten Dinge auf Lipari dar. Zu wiederholten Malen hat sich aus ihm Obsidian ergossen. Schon in der Ferne, wenn man sich der Insel von Osten her nähert, wird man aufmerksam auf seinen jüngsten wunderlichen Lavastrom, der wie eine breite Zunge aus den jungen Bimssteinmassen hervortritt, mit seiner rostroten Farbe einen scharfen Gegensatz bildend zu der helleren Umgebung. Wie ein dunkler, zäher Brei, der eben erst über den Abhang des Monte St. Angelo geflossen ist, scheint er sich noch gegen die weisse Häuserreihe von Canneto bewegen zu wollen; an seinem unteren Ende ist er gespalten und nach allen Seiten hin durch schroffe und rauhe, 20—30 m hohe Abstürze gegen seine nächste Umgebung geschieden. Seine Erstreckung beträgt an den beiden Längsrändern etwa 1 km, seine grösste Breite ungefähr 650 m; da er rings umgeben ist von Bimssteinen und braunen Tuffen, so haben die Regengüsse längs seiner Seiten tiefe Thäler eingerissen, an deren Grunde indessen immer noch nicht das Liegende des imposanten Stromes zum Vorschein kommt.

Man betritt die Obsidianmasse von der Kirche von Perrera her (*260 m). Unweit derselben liegt der eigentliche Ursprungsort jener; auf der kleinen unebenen Fläche, welche den oberen Teil des Stromes ausmacht und besiedelt und angebaut ist (295 m), bemerkt man einige Vertiefungen, deren beträchtlichste *23 m unter den höchsten Punkt desselben eingesenkt ist. Unter einem Winkel von etwa 20° fällt der Strom gegen das Meer ab, ganz so wie die Rocche rosse mit ausserordentlich rauher, zerrissener Oberfläche, reich an scharfen Klippen und Vertiefungen, die, mit kümmerlichem Strauchwerk bedeckt, die Begehung der Lava sehr beschwerlich und manchmal nicht ungefärlich machen. Bei Perrera glaubte ich zu bemerken, dass die letztere in ihren tieferen Teilen aus sphärolithischem Obsidian mit Bändern von reinem schwarzen Glas und solchen, welche fast ausschliesslich aus grauen Sphärolithen bestehen, gebildet wird, während an der Oberfläche eine mehr gelockerte „thonstein"- oder bimssteinartige Varietät der Lava zu beobachten ist. Da und dort deutet am oberen Teil der Forgia und in ihrer westlichen Umgebung eine Zersetzung und gelbe Färbung des Gesteins und der Bimssteine des Monte Pelato auf eine frühere Fumarolenthätigkeit hin.

Das Gestein der Forgia vecchia entspricht nicht nur in chemischer sondern auch in petrographischer Hinsicht ganz und gar demjenigen der Rocche rosse; Proben von hier und dort sind nicht zu unterscheiden. Die chemische Zusammensetzung des Gesteins fand Herr Dr. Glaser folgendermassen:

---

[1]) Dass sie auch den Gipfel des weit älteren Monte Saraceno trifft, mag wohl Zufall sein.

SiO_2	=	74,37
Al_2O_3	=	12,65
Fe_2O_3	=	2,58
CaO	=	1,22
MgO	=	0,20
K_2O	=	4,57
Na_2O	=	3,87
Wasser bei 100°	=	0,02
Glühverlust	=	0,22
		99,70

Bemerkt sei noch, dass das von Herrn Dr. Glaser untersuchte Gestein ein etwas sphärolithischer, schwarzer Obsidian von Perrera ist.

Ein älterer Ausbruch der Forgia vecchia war begleitet von dem Auswurf sehr eigentümlicher Lapilli. Dieselben beobachtete ich zuerst am Wege von Perrera nach S. Elmo am Monte St. Angelo, unmittelbar dort, wo er an der Forgia vecchia abzweigt; in reichlicher Menge finden sie sich an der Nordseite des Stromes im Sciarratone, und die Kirche von Perrera steht auf ihnen. Die Auswürflinge bestehen im Innern gewöhnlich aus einem grauen oder rotbraunen, gleichmässig blasigen Glase ohne Krystalleinschlüsse, aussen besitzen sie eine zarte, glänzende, frischglasige oder matte, bläulichgrau gefärbte Rinde, die sehr häufig durch die Aufblähung wulstige Risse erhalten hat. In ihrer Gestalt gleichen sie meistens Pflanzenknollen, etwa Kartoffeln. und zeigen, wenn der Vergleich beibehalten werden darf, wie diese warzenförmige Anschwellungen. Mitunter aber sind es nur wenig aufgequollene Stücke kleiner eckiger Obsidianplatten, die mit der besagten Rinde überzogen sind und beim Aufquellen Risse erhalten haben, oder es sind ganz dichte Obsidianbrocken von mattem Glanze auf dem muscheligen Bruche und von rotbrauner Farbe. Unter den festverkitteten Auswürflingen an der Perrera finden sich auch solche, deren Inneres aus grossen, äusserst zartwandigen Blasen besteht, und endlich auch gerundete Brocken andesitischer Gesteine, welche bei dem Ausbruche mit emporgerissen worden sind.

Dass der grosse Forgia vecchia-Strom jünger ist als die Bimssteineruption des Monte Pelato, steht fest. Die Obsidianmasse ist frei von jeder späteren Bedeckung, wie mich die Begehung derselben unzweifelhaft gelehrt hat. Nur im Sciarratone, da wo ich die erwähnten Lapillischichten beobachtete, tritt ein Liparitfelsen unter der Bimssteindecke hervor, und zwischen ihm und diesen sind jene Auswürflinge gelagert. Daraus ergiebt sich, dass dem Erguss des grossen, jungen Forgia vecchia-Stromes früher schon die Bildung von obsidianischen Laven an der gleichen Stelle vorausgegangen war, und mit deren Eruption muss die Förderung jener Lapilli in Zusammenhang gebracht werden. Nichts deutet darauf hin, dass auch die letzte grosse Eruption an der Forgia vecchia von Bimssteinauswurf begleitet gewesen sei. Die in ihrer Nähe verbreiteten Auswurfsprodukte entstammen nach der ganzen Art des Auftretens dem Monte Pelato, ein eigener Kraterwall fehlt ihr.[1])

---

[1]) Johnston-Lavis (South ital. volc. S. 394 [6]) erwähnt allerdings „diminutive rings of fragmentary material, which were formed towards the end of the eruption", die sich an den kraterförmigen Vertiefungen finden sollen. Es würden also auch hier Scherbenlapilli zum Auswurf gelangt sein, wie an den Rocche rosse.

Schon jene alten Lapilli sind auf trockenen Boden gefallen; denn sie sind, wenigstens zum Teil, erheblich leichter als Wasser und können angesichts ihrer Zartheit und guten Erhaltung unmöglich angeschwemmt worden sein. Die Fundstelle im Sciarratone aber liegt 150 m über dem jetzigen Meeresspiegel.

Im Thale von Canneto, das den Monte Rosa von Canneto trennt, ragt aus dem Bimsstein eine Felswand hervor, deren Gestein äusserlich am meisten demjenigen vom Monte Giardina und Monte Guardia gleicht, indem es bald den thonsteinartigen, bald den Bimssteincharakter trägt; eine Probe besteht aus grauem Obsidian. Unter dem Mikroskop fehlen ihm jedoch jegliche Einsprenglinge, wodurch sich seine Zugehörigkeit zu den jüngeren Bildungen zu erkennen geben dürfte. Eine Bestimmung der Kieselsäure durch Herrn Dr. Glaser bekräftigt diese Auffassung: er fand 74,31 %, während die Lava des Forgia vecchia-Stromes 74,37 % ergeben hatte.

Der *120 m hohe Felsen ist zum grössten Teil seiner Oberfläche von jungen Bimssteinen bedeckt; er dürfte also der Lava im Sciarratone gleichzustellen und als ein älteres Produkt des Forgia vecchia-Kraters aufzufassen sein.

11. Der Monte Pelato und die Rocche rosse.

Ich gehe nun über zur Beschreibung des schönsten und best erhaltenen der erloschenen äolischen Vulkane, nämlich des Bimssteinkraters, dessen Umwallung im Monte Pelato (480 m) ihre höchste Erhebung erreicht, und dessen grossartiger Obsidianstrom, der Strom von Capo Castagna oder die Rocche Rosse, schon seit langem als eine der ersten Sehenswürdigkeiten des Archipels gilt. Betrachtet man den Berg von Nordosten her, so möchte man ihn am ehesten mit einer weissen Schüssel vergleichen, die man nach jener Seite geneigt hat, wobei ihr Inhalt, eine dicke, bräunliche Masse, sich nach dem Meere ergoss und dann erstarrte, bevor er noch das Behältnis ganz verlassen hatte.

So wie sich der Krater auf den ersten Blick darbietet, scheint er von einer so wunderbaren Einfachheit zu sein, dass man schwerlich ein schöneres und grossartigeres Modell eines Vulkans ausfindig machen könnte. Erst ein eingehenderes Studium lehrt, dass auch sein Bau ein komplizierterer ist und dass die mächtige Eruption, welche die grosse Menge von Bimssteinen und den 2 km langen Obsidianstrom gefördert hat, nur den Abschluss einer länger andauernden vulkanischen Thätigkeit an dieser Stelle bedeutete.

Wie ich schon früher sagte, und wie man aus der geologischen Karte ersehen mag, ist der ganze Nordosten der Insel bis auf solche Stellen, welche die Erosion nachträglich blosgelegt hat, und bis auf die beiden jüngsten Obsidianströme der Forgia vecchia und der Rocche Rosse mit einer mehr oder weniger mächtigen Lage von Bimssteinen bedeckt. So ist sogar der höchste Berg, der Monte Chirica, bis zu seinem Gipfel hinauf so vollkommen durch die weissen Auswürflinge verhüllt, dass es nur an einzelnen Blössen möglich ist, seine wahre Natur zu erkennen.

Als der eigentliche Kraterwall sind die Massen von Bimssteinen und Obsidianauswürflingen zu betrachten, welche in auswärts geneigten Schichten vom Meere bei Acqua calda über den Serro dell' Arena und den Monte Pelato zum Capo Rosso und zum Porticello sich erstrecken; von Süden her gesehen scheint der Monte Pelato einen isolierten Bimssteinkegel mit allerseits gleichmässiger Neigung darzustellen. Die Regenwässer haben in den Tuffmantel des Berges eine so grosse Anzahl mehr oder weniger tiefer Rillen eingegraben,

dass ich auf der Fahrt vom Capo Castagna nach Canneto auf einer Erstreckung von etwa $2^1/_2$ km über 50 solcher Rillen zählen konnte.

Von einer genaueren Beschreibung der losen Produkte des Vulkans sei einstweilen Abstand genommen; soweit den ausführlichen Erörterungen Spallanzanis, Hoffmanns u. a. noch etwas hinzuzufügen ist, wird dies bei der Besprechung der Tuffe geschehen. Einstweilen sei nur darauf hingewiesen, dass sich unter den Bimssteinen viel verbreitet auch faustgrosse Brocken eines schwarzgrünen Gesteins finden, das sich unter dem Mikroskop als ein olivinführendes Augitplagioklasgestein zu erkennen giebt und recht ähnlich ist dem Basalt des Monte Chirica.

Die Umwallung des Kraters, dessen Weite 600 m betragen mag, bricht besonders an der Südseite vom Gipfel des Pelato her steil nach innen ab; die Tuffbänke sind im allgemeinen auswärts geneigt und nur dort, wo der Weg vom besiedelten Inneren des Kraters über die niedrigste Stelle des Ringwalls auf die sogenannte Fossa bianca, ein weites, flaches, von Bimssteinen erfülltes Thal zwischen dem Monte Pelato und Monte Chirica, führt, sind Auswurfsprodukte in einwärts fallenden Bänken gelagert. Man bemerkt indessen sofort, dass die letzteren keine eigentlichen Bimssteine mehr sind. Sie sind vielmehr meist dicht glasig, häufig sphärolitisch, selten wenig aufgebläht und eher als Obsidianscherben zu bezeichnen, da sie eckig und kantig sind. Im Inneren des Kraters sieht man sehr hübsche Diskordanzen zwischen den älteren mächtigen Bimssteinmassen und diesen jüngeren Gebilden. Letztere greifen auch über auf den äusseren Abhang des Kraterwalles, sind aber dortselbst nur spärlich verbreitet und auf einem geringen Raum nachzuweisen. (Fig. 16.)

Das grösste Interesse nimmt der mächtige Obsidianstrom der Rocche rosse in Anspruch. Er gehört zu denjenigen Naturerscheinungen, vor denen alle Schilderungskunst zu versagen droht. Auch wer Hoffmanns Beschreibung gelesen hat, wird überrascht von dem überwältigenden Anblick. Der Strom entsprang in einer Höhe von 320 m und durchbrach den Bimssteinwall im Norden, um dann in beträchtlicher Steilheit, die wohl durch die Neigung der unter ihm begrabenen lockeren Massen bedingt ist, sich gegen das Meer zu drängen, in dessen Nähe er sich auszubreiten und zu verflachen begann. Genau so wie die Forgia vecchia ist er beiderseits durch tiefe, vom Regenwasser gegrabene Schluchten gegen die benachbarten Bimssteinmassen vollkommen isoliert und selbst frei von jeder jüngeren Bedeckung. Ueberall bricht er ab in sehr steile Wände von starrender Rauhheit und auch gegen das Meer zu bildet er fast senkrechte Blockmauern, die stellenweise 90 m hoch sind. Für eine Schätzung seiner Mächtigkeit fehlen alle Anhaltspunkte, der letztere Betrag mag vielleicht noch weit von der wirklichen Dicke der Lava entfernt sein. Denn da das Liegende des Stromes offenbar Bimssteine bilden, so vermöchte derselbe wohl kaum so lange dem Anprall der Brandung widerstanden haben, wenn sich jenes lockere Material nicht in einiger Tiefe unter dem jetzigen Meeresspiegel befände. Die Seekarte enthält keine Anzeichen dafür, dass der Strom sehr weit ins Meer hinausgereicht hat, vielmehr ist letzteres vor der Punta della Castagna tiefer als sonst in der Umgebung.

Ich beging die Rocche rosse von zwei Seiten her, im Westen von Acqua calda, im Osten von der kleinen Ansiedelung Porticello, von wo aus ein Teil des am Monte Pelato gewonnenen Bimssteins verfrachtet wird. Ich möchte den östlichen Weg dem anderen vorziehen, da er lehrreicher ist. „In furchtbarer Rauhheit, so wild und zerrissen, als ob er

gestern erst zu fliessen aufgehört hätte“,[1]) bedeckt von eckigen Blöcken, starrend von mehrere Meter hohen Klippen, erinnert der dunkelrotbraune Strom ganz, an die Forgia vecchia; die Gewalt des Eindrucks aber wird hier noch erhöht durch die Kontraste der beiden Hauptfarben, durch die fast ganz vegetationslose, stille Wildnis, in der man zwischen den düsteren Laven auf schlechtem Pfade dahin wandert. Es dürfte wohl nirgends ein schöneres Bild für die langsame Fortbewegung zähflüssiger, fast erstarrter Glasmassen geben;[2]) man möchte sich eines Eisgangs erinnern, wenn man dies Wirrsal in einander geschobener und aufgerichteter Blöcke betrachtet. Die letzteren sind gebändert, indem alle möglichen Abarten glasig erstarrter Lava, der reine schwarze Obsidian, Sphärolithfels, die thonsteinartige Ausbildung oder graue emailartige Massen, oder endlich reine Lagen geflossenen Bimssteins, übereinanderfolgen,[3]) und die einzelnen Schichten, welche sich in dünne, gewöhnlich nur wenige Centimeter starke Platten absondern, sind häufig bei der Fortbewegung in einander gestaucht und gebogen, ganze Packete solcher Lagen sind losgebrochen und über den übrigen zähen Glasfluss gehoben und aufgerichtet worden, so dass sie jetzt als zackige, abenteuerlich geformte Klippen emporstarren. (Fig. 15.) Alles malt mit solcher Lebhaftigkeit den merkwürdigen Ausbruch, der vor Jahrtausenden einen grossen Teil der Insel verwüstete, dass man glauben könnte, es sei das Treiben in diesem Vulkan nur für Momente in Stillstand geraten und man müsse alsbald wieder die Massen sich vorwärts schieben, die zähe Lava bersten und qualmen sehen, die springenden Obsidianplatten klirren hören.



Fig. 15. Stauchungen in einem Obsidianblock auf den Rocche rosse.

Ansiedelungen von Schwefel und trübweissem Opal lassen auf einige ehemalige Fumarolenthätigkeit schliessen.

---

[1]) Hoffmann 1832. S. 51.

[2]) An Masse werden die Obsidianströme Liparis noch übertroffen von den gewaltigen Pantelleritströmen Pantellerias. Während der Obsidianstrom der Rocche rosse einen Flächeninhalt von 1,1 qkm, die Forgia vecchia nur 0,5 qkm besitzt, bedecken nach Förstner (Nota preliminare sulla geologia dell' isola di Pantelleria. Boll. del R. Com. geol. d'Italia. 1881. Sep.-Abdr. S. 5.) die Pantelleritströme

des Cuttinar und des Khagiar zusammen 2,3 qkm,
„ Gelfiser 2 qkm,
„ Sciuvechi 1,8 qkm,
„ Cimillia 1,5 qkm.

Und doch kommt der Eindruck, den die Ströme von Pantelleria hinterlassen, dem nicht gleich, welchen die Rocche rosse ausüben; denn jenen fehlt der weite, weisse Kratercircus, der ringsum den Obsidianstrom Liparis umrahmt und als eine ganz besondere Erscheinung von den übrigen Gebilden der Insel abschliesst, und bei aller Rauhheit der Oberfläche zeigen die Ströme Pantellerias, so weit ich wenigstens Vergleiche anstellen konnte, nicht die prächtigen Stauchungen, Knickungen und anderen Fortbewegungserscheinungen der saureren liparischen Glasströme.

[3]) Nach Hoffmann sollen sich in dem Obsidian Einschlüsse von Granit finden. Ich habe dergleichen nicht zu beobachten vermocht.

Wie an der Forgia vecchia, so findet man auch am oberen Ende der Rocche rosse in der Obsidianmasse einige Vertiefungen, deren eine etwa 20 m Durchmesser und 8 m Tiefe besitzt, und in denen man die schon früher als Auswürflinge erwähnten Obsidianscherben, zu einer Art Breccie verkittet, antrifft. Diese Auswürflinge bedecken weiterhin das oberste Ende des Stroms, bilden einen niedrigen aber recht deutlichen inneren Kraterwall und finden sich endlich, wie schon erwähnt, in nach innen fallenden Bänken als diskordante Bedeckung der Bimssteine im Innern des Hauptringes und in spärlicherer Menge auch an dessen Aussenseite wieder.[1]) (Fig. 16.)



Fig. 16. Schematische Darstellung der Eruptionsphasen der Rocche rosse. Der Obsidianstrom a durchbricht den Bimssteinkrater b; die durch Nachsackung entstandene Vertiefung c bezeichnet die Stelle, an welcher zum Schluss des Obsidianergusses noch eine Explosion unter Förderung der Scherbenlapilli d statthatte.

Die letzte grosse Eruption des Monte Pelato — wie sich alsbald zeigen wird, hatte er schon früher eine nicht unbeträchtliche Thätigkeit entwickelt — hat sich in drei Phasen abgespielt. Ein sehr gasreiches Magma wurde bei Beginn derselben zerspratzt unter heftigen explosiven Erscheinungen: die Bimssteinlapilli finden sich heute noch in einer Entfernung von $3^1/_2$ km südöstlich des Kraters am Monte Rosa in grösserer Menge, sie mögen indessen ursprünglich noch viel weiter verbreitet gewesen sein. Die dichten Obsidianbomben, die freilich vorzugsweise in der Nähe und am Abhange des Monte Pelato anzutreffen sind, erreichen zum Teil recht ansehnliche Grössen; so erwähnt Hoffmann Obsidianblöcke von reichlich drei Fuss Durchmesser, welche er auf dem Monte Pelato sah. Wie ein Gedenkstein für Hoffmann liegt heute noch eine etwa meterhohe schwarze Obsidianbombe gerade unter dem Gipfel des Berges, von unten aus sichtbar. Es ist der mächtigste Obsidianblock, welchen ich in dem Bimssteingebiet angetroffen habe. Die Masse des geförderten Materials war eine ungeheure, wenn man auch zu bedenken hat, dass es sich bei den Bimssteinen um sehr stark aufgeblähte Laven handelt; denn das Volumen dieser kann nach Roth[2]) ein fünfzehnmal grösseres sein als das des dichten Obsidians von gleichem Gewichte.

Schon während des Ausbruchs hat eine stetige Erweiterung des Kraters stattgefunden, so dass die nach innen gekehrten Lapillibänke schon wieder zerstört waren, als bei zunehmender Trägheit der Eruption die zähflüssigen Obsidianmassen emporgehoben wurden, welche alsbald den nördlichen Kraterrand durchbrachen. Schon unmittelbar unter der Austrittsstelle besitzt der Strom eine Breite von etwa 400 m, und, nimmt man für die ungeheure Obsidianmasse nur eine Mächtigkeit von 100 m in Anspruch, so berechne ich deren Volumen auf etwa 110 000 000 Cubikmeter; sein gegenwärtiger Flächeninhalt beträgt 1,1 qkm.

Von besonderem Interesse sind die Obsidianscherben. Ihre Entstehung bezeichnet nach meiner Meinung das dritte und letzte Geschehnis während der Eruption. Sie sind darauf zurückzuführen, dass gegen Ende des Ausbruchs die im Krater emporgeschobenen, zähflüssigen Massen nicht mehr genügten, um eine plötzliche Ausdehnung der von unten her treibenden Gase hintanzuhalten. So wurde der letzte, schwache Rest des Glasbreies explosions-

[1]) Siehe auch Hoffmann 1832, S. 53. [2]) Chemische Geologie II. 225.

artig zersprengt in kleine Partikel, welche bereits zu abgekühlt und zähflüssig waren, um sich zu echten Bimssteinen aufzublähen. Der Vorgang lässt sich sehr leicht durch den Versuch nachahmen: sucht man eine dickflüssige Masse, etwa ein Gemenge von feinem Sand mit Wasser, dadurch aus einer beiderseits offenen Röhre zu entfernen, dass man in letztere heftig hineinbläst, so wird jene anfangs langsam, dann rascher aus ihr herausgeschoben werden, und zuletzt findet ein gewaltsames Herausschleudern, ein Zerstäuben durch die in der Röhre je nach der Zähigkeit des Breis mehr oder weniger zusammengepresste Luft statt. Es wäre nicht unmöglich, dass auch die zweifelhaften Lapilli, welche am Monte Giardina die festen Bänke bilden und auf dem Gipfel des Capistrello anzutreffen sind, insbesondere aber die Auswürflinge der Forgia vecchia beim Ausbruch jener Vulkane eine ähnliche Rolle gespielt haben, wie die „Scherbenlapilli“ der Rocche rosse. Auch seien die Gruben, welche sich in gleicher Weise am Ursprungsort der Forgia vecchia wie der Rocche rosse wahrnehmen lassen, die man aber leicht wegen ihrer unbedeutenden Dimensionen übersieht, und welche hier trotzdem die Rolle von Kratern gespielt haben, den weit bedeutenderen Vertiefungen auf dem Gipfel des Monte Giardina und am Capistrello gegenübergestellt, um es sehr wahrscheinlich zu machen, dass auch letztere wirklich die eigentlichen Krater jener Berge sind.

Das Gestein der Rocche rosse, das in allen Sammlungen vertreten sein dürfte, ist so bekannt, dass ich mir eine nähere Charakteristik desselben wohl sparen darf. Der pechschwarze Obsidian geht sehr häufig über in Sphärolithfels, manchmal auch in reine Bimssteine, die sich von den Bimssteinauswürflingen kaum unterscheiden und für Bauzwecke gewonnen werden. Mehrfach finde ich für das Gestein einen Gehalt an Feldspath-Einsprenglingen erwähnt;[1]) diese dürften wohl zu den grossen Seltenheiten gehören, denn weder in den mir vorliegenden Dünnschliffen noch in den zahlreichen Gesteinsproben, weder in Lava noch auch in Auswürflingen habe ich irgend einen Einsprengling zu entdecken vermocht. Darin gleicht das Gestein ganz und gar demjenigen von der Forgia vecchia, mit dem es auch fast gleiche chemische Zusammensetzung gemeinsam hat. Abich fand[2])

	I Obsidian	II Bimsstein
SiO_2	74,05	73,70
Al_2O_3	12,97	12,27
Fe_2O_3	2,73	2,31
CaO	0,12	0,65
MgO	0,28	0,29
Na_2O	4,15	4,52
K_2O	5,11	4,73
Wasser	0,22	1,22
Cl	0,31	0,31
	99,94	100,00

[1]) Hoffmann, 1832, S. 52. Roth l. c. II. S. 225. Dagegen betont auch Abich, 1841, S. 84, die Abwesenheit von Feldspath und Glimmer.

[2]) l. c. S. 62. Tab. III. Aus dem Texte (S. 84) geht nicht mit aller Sicherheit hervor, ob der Obsidian von der Forgia oder den Rocche rosse stammt.

Auf den ersten Blick scheint es, als ob die ganze Masse des Monte Pelato durch eine einzige Eruption aufgeschüttet worden sei. In Wirklichkeit aber wird das innerste Gerüst des Berges durch ältere Obsidianmassen gebildet, welche durch die grosse Menge darauf-liegenden Bimssteins zum beträchtlichsten Teil verhüllt sind.

Geht man den Strand von Canneto entlang, so findet man an seinem nördlichen Ende Blöcke eines schönen braunen Obsidians. Sie entstammen einem Strome, der die Bimssteinmassen des Pelato unterlagert und in steilem Abbruch die nördliche Wand der Cannetello-Schlucht bildet. Diese letztere ist ein tiefes, in die dort sehr mächtige Bimssteindecke eingenagtes Erosionsthal und verläuft wieder ganz genau längs der Stirne jenes Stromes. Den besten Einblick in dasselbe erhält man auf dem Wege, der von Perrera am Ostabhang des Monte St. Angelo nach der Fossa bianca führt. Am Eingang des Cannetello hat man zur Linken dichte, nach oben plattig abgesonderte Andesitlaven, welche Aehnlickeit haben mit dem Gestein des Monte St. Angelo, zur Rechten bildet der Obsidian die Thalwand. Da auch hier das Wasser genau auf der Kontaktgrenze der beiden Gesteine gearbeitet hat und allerlei Schutt den Thalboden bedeckt, so war es nicht möglich, die Berührung der beiden Laven zu studieren.

Der erwähnte Obsidianstrom zeigt eine ausgezeichnete Basisbreccie: ein wirres Durcheinander von eckigen Stücken, Trümmer gebogener Platten, zerriebene Massen, Bruchstücke von Sphärolithfels, grauem und braunem Obsidian; darüber biegen sich die gestauchten und gebrochenen Schichten von Spärolithobsidian, der oben bedekt ist vom Bimsstein. Man denkt unwillkürlich an einen Gletscher mit seiner Grundmoräne, wenn man dies prächtige Bild der Erstarrung sauerer Massen betrachtet. Den gleichen Obsidianstrom beobachtete ich beim Abstieg von der Fossa bianca nach Canneto bei der Kirche von Lame; Obsidian steht auch unter einer dünnen Bimssteindecke am ganzen Südostabhange des Monte Pelato an und wurde am Meere und in Bachrissen nachgewiesen bis zur Pietra Liscia.[1])

Zu den Obsidianen des Cannetello gehört das interessanteste und trotzdem wohl noch am wenigsten bekannte Vorkommen dieser Gesteinsart auf Lipari. Der Fundort liegt *175 m über dem Meere und *55 m unterhalb des von der Fossa bianca nach Canneto führenden Strässchens. Man steht dort am Fusse einer steilen Obsidianwand, deren Fuss beklebt ist mit einer Breccie von abgestürzten Obsidianstücken und Auswürflingen des Monte Pelato. Das Gestein ist nicht kompakt, sondern besteht aus zusammengebackenen Trümmern von brauner Farbe und hohem Glanz, dazwischen sieht man mattere, stahlblau gefärbte Partien und ausserdem die prächtigsten Lithophysen, welche ich überhaupt in liparischen Gesteinen kennen gelernt habe. In den mir vorliegenden Stücken haben die grössten 2,5 cm Durchmesser, sie dürften aber noch viel grösser angetroffen werden.

An der Punta di Sparanello findet sich ein ausgezeichneter Sphärolithfels von plattenförmiger Absonderung; die Platten sind gebogen und ausserdem durch Erstarrungsklüfte in prismatische Stücke geteilt, deren Flächen zum Teil so glatt und spiegelnd sind, als ob sie künstlich poliert worden wären; bei den in meiner Sammlung liegenden Stücken ist die Täuschung um so gründlicher, als auch die, wie helle runde Fruchtkörner in einer schwarzen Gelatine ruhenden Sphärolithe im Durchschnitt mit den glatten Flächen gleichfalls angeschliffen erscheinen, so dass man deutlich ihr inneres Gefüge erkennen kann.

---

[1]) Nach einer freundlichen Mitteilung des Herrn Professor Dr. F. Graeff besteht die letztere gleichfalls aus Obsidian.

Oberhalb des von Canneto gegen das Capo Rosso hinausführenden Weges fand ich noch in *225 m Höhe die Obsidiane in den Bachrissen anstehend. Teilweise sind sie sphärolithisch, im übrigen scheint auch für diese Laven die Regel zuzutreffen, dass sie in den höheren Horizonten mehr bimsstein- und thonsteinartig, in den tieferen dagegen glasig ausgebildet sind. In noch beträchtlicherer Höhe (ca. 400 m), etwas unterhalb des Pelatogipfels, steht das saure Gestein unter einer nur mässigen Bimssteindecke in der Schlucht an, durch welche der schlechte Fussweg von der Spitze des Berges nach dem Pomiciazzo hinabführt.

Die chemische Zusammensetzung des braunen, lithophysenreichen Obsidians aus dem Cannetello fand Herr Dr. Glaser folgendermassen:

SiO_2	=	74,53
Al_2O_3	=	13,60
Fe_2O_3 / FeO	=	2,18
CaO	=	1,03
MgO	=	0,28
Na_2O	=	3,43
K_2O	=	4,56
Glühverlust	=	0,38
		99,99

Zum Beweise, dass die soeben beschriebenen Obsidiane wirklich den Kern des Monte Pelato und die Unterlage für seine spätere Bimssteinbedeckung bilden, mag dienen, dass im Innern des weiten Kraters, und zwar an seiner Südseite über den Rocche rosse, eine aus solchen Massen bestehende Felswand beobachtet wird, die offenbar nur die Fortsetzung der Obsidiane des Cannetello, der Punta Sparanello etc. darstellt.

12. Der Schlossfelsen von Lipari.

Ueber die ursprüngliche Gestalt dieses isolierten Obsidianvorkommens ist schon deshalb wenig zu sagen, weil seine fast vollkommene Ueberbauung eine Untersuchung seines dem Inselinnern zugekehrten Teils ganz unmöglich macht, von der See her aber hat er zu starke Zerstörungen erfahren. Auf den ersten Blick scheint der Felsen der südlichen Vulkangruppe anzugehören, und Hoffmann[1]) hat ihn auch als einen Lavastrom des Monte Guardia bezeichnet. Abgesehen davon, dass dies schon aus tektonischen Gründen nicht möglich ist, weicht auch die Gesteinsnatur des durch jüngere Bildungen isolierten Felsens zu sehr von derjenigen jenes Vulkans ab. Die Laven, auf denen das Castell und das Hafenamt stehen, sind sphärolithische, teilweise bimssteinartig aufgeblähte Obsidiane ohne Einsprenglinge. Sie stehen so den im Norden Liparis auftretenden sauren Gesteinen näher, und ich möchte sie für die letzten Reste eines Vulkans halten, dessen Hauptmasse mehr gegen Osten gelegen hat und vielleicht durch einen Einbruch verschwunden ist.

[1]) 1832, S. 44.

Die Tuffbedeckung Liparis.

In höherem Grade als auf irgend einer der anderen Inseln erregen die verschiedenartigen, über weite Flächen hin auf Lipari verbreiteten, lockeren vulkanischen Massen die Aufmerksamkeit. Die einzelnen, mehr oder weniger gut charakterisierten Unterabteilungen der Tuffe und Agglomerate stellen ebenso viele Phasen in der Entwickelung der Insel dar; die Art ihrer gröberen Einschlüsse lässt, wenigstens für den grösseren Teil derselben, einen Zusammenhang, d. i. mehr oder weniger Gleichzeitigkeit mit der Entstehung der Vulkane Liparis darthun, und ihre Altersfolge giebt manchmal allein die Mittel, um diejenige der verschiedenen Vulkanausbrüche nachzuweisen. Das eingehende Studium dieser lockeren Ablagerungen gewährt ausserdem auch einen lehrreichen Einblick über die frühere Verteilung von Wasser und Land; und, da sich hier ein Teil der vulkanischen Auswurfsprodukte, wie auf den übrigen Inseln, unter Wasser, ein anderer, jüngerer, auf dem Trockenen abgelagert hat, so wird es auch, unter der Voraussetzung, dass auf dem kleinen Flächenraum, über den die äolischen Inseln vertheilt sind, in den letzten geologischen Zeiten, um die es sich hier allein handeln kann, keine erheblichen vertikalen Verschiebungen in der festen Erdkruste stattgefunden haben, bis zu einem gewissen Grade möglich sein, die Gleichzeitigkeit verschiedener Ereignisse hier wie dort festzustellen. Die schwankende Mächtigkeit, der auch in der gleichen Gruppe wechselnde Charakter, die Aehnlichkeit recht verschiedenalteriger Tuffe, ferner der Umstand, dass die Schichten sich ihrem sehr unebenen Untergrunde anschmiegen und so auf kurze Entfernungen ihr absolutes Niveau wechseln, machen die Entwirrung ihrer Lagerungsverhältnisse etwas schwierig und boten mir anfangs Veranlassung zu manchem Zweifel und grosser Unsicherheit. Längere Beobachtung liess mich endlich erkennen, dass die Vielartigkeit der Gebilde nur eine scheinbare sei, und ich kam zu der schon früher (S. 91) wiedergegebenen Gliederung des lockeren Materials. Auch die Frage nach den besonderen Bedingungen, unter welchen dasselbe zur Ablagerung gelangt ist, ob unter Wasser (submarin), oder auf dem Trockenen (subaër), liess sich befriedigend lösen.

Meine eigenen Beobachtungen über diesen Gegenstand stehen nicht im vollkommenen Einklang mit denjenigen Corteses;[1]) von noch früheren Beobachtern sind die Tuffe Liparis mehrfach erwähnt worden, ohne dass ihre Alters- und Bildungsverhältnisse eingehender erörtert worden wären. Ich wiederhole im Nachstehenden die Aufzählung derselben, indem ich von unten nach oben fortschreite, und stelle ihr die Benennungen Corteses gegenüber; dabei bezeichnen die nebenstehenden Zahlen die von letzterem angenommene Altersfolge.

I. Submarine Tuffe.

a) Tuffe des Monte St. Angelo und der übrigen basaltischen und andesitischen Vulkane.	1. Argille variegate, semischistose. 2. Arenarie tenere, ben stratificate, intercalate alle precedenti. 3. Tufi argillosabbiosi superiori alle argille.
b) Die nicht ganz unzweifelhaften Auswürflinge der Guardiagruppe, jedenfalls nur von geringer Verbreitung.	
c) Unterer Bimssteinhorizont, auf die Bildung der Guardia-Vulkane folgend.	4. Tufi intercalati fra le lave trachitiche. 6. Tufi di varia natura.

[1]) 1881. S. 516 ff.

II. Subaëre Tuffe.

d) Braune, lössähnliche Tuffe.	5. Tufi semilitoidi.
e) Auswürflinge der Forgia vecchia.	
f) Bimssteine des Monte Pelato.	7. Tufi pomicei.
g) Die Obsidianscherben, welche den inneren Kraterwall des letzteren zusammensetzen.	

a) Die Tuffe der basaltischen und andesitischen Vulkane.

Die ältesten auf Lipari sichtbaren Tuffbildungen mögen wohl diejenigen sein, welche man an der Südwestküste zwischen der Valle di Muria und der Punta le Grotticelle beobachtet. Sie schneiden gerade im Niveau des Meeres an den unteren Bimssteinbildungen und den Lipariten des Monte Giardina ab und bilden das Liegende des hornblendeführenden Andesits der Quattrocchi und wohl auch der Laven des Calderaio. Wenigstens werden an der Spiaggia di Muria die etwa 50 m hohen, aus bunten, veränderten Tuffen bestehenden Wände von einem mächtigen Lavastrom gekrönt,[1]) und auch am Meere liegen Blöcke seines Gesteins, welches basaltischen Charakter zeigt. Ihre Lagerung ist an den Grotticelle eine stark nach Süden geneigte, und sie umschliessen dort basaltische Laven von geringer Mächtigkeit. Die in jener Gegend sehr durch Fumarolen veränderten Tuffe dürften schon dem Monte St. Angelo angehören und aus jener Zeit stammen, wo der Berg, beziehungsweise ein heute unkenntlicher Vorläufer desselben, olivinreiche, basaltische Laven gefördert hat. (S. 100.)

Am mächtigsten sind die untersten Tuffe nahe dem Mazzacaruso und dem Bagno secco entwickelt. Sie breiten sich samt den zwischen sie eingelagerten alten Lavaströmen an der Ricotta über die Ruine des ersteren aus und bilden dann nördlich davon hohe Wände, in denen die Contrada Castellaro gegen Westen zu abstürzt. Ganz ähnliches beobachtet man auch am Fuardo, wo dieselben wohlgeschichteten, sandigen, grauen Massen die Steilhänge bilden, in denen der Piano Conte endigt. In dem Gebiete zwischen dem Monte St. Angelo und Monte Giardina liegen sie unter einer Decke von Cordieritlava und jüngeren Tuffen: diese letzteren bilden ein fruchtbares Gelände, wo aber unter ihnen die älteren Tuffe zu Tage treten, ist allgemein nur unfruchtbare Oede, wegen des bedeutenden Gehaltes an Gyps, mit dem dieselben durchschwängert sind. Sieht man ab von einem geringfügigen Auftreten in der Valle del Conte, so haben sie im östlichen Teil der Insel ihre hauptsächlichste Verbreitung in der Fossa della Valle und weiter im Umkreis um die ganze Gartenbucht der Stadt Lipari bis an den Monte Rosa und um Perrera. Ferner beobachtet man gröbere Produkte an den Chiappe lisce, dem südöstlichen Abhange des Monte St. Angelo.

Es wird nun der Beweis zu erbringen sein, dass diese zuletzt genannten Tuffmassen dem Monte St. Angelo entstammen. Aus ihren Lagerungsverhältnissen kann das nicht ohne weiteres mit Sicherheit entnommen werden, da, wie schon früher gesagt, jenem Vulkane nicht eine so regelmässig kegelförmige Gestalt zukommt, dass die ihm entstammenden Lavaströme und Tuffbänke schon durch ihre konzentrisch schalenartige Uebereinanderlagerung die Gemeinsamkeit des Ursprungs zu erkennen geben. Da wo im Westen Liparis sich die schönsten Aufschlüsse finden, scheinen die Tuffe horizontal gelagert zu sein; in

[1]) Hoffmann 1832. Taf. I. Fig. 3.

Wirklichkeit aber besitzen sie eine schwache Neigung gegen Westen, wie sich an Stellen erkennen lässt, wo die aufgeschlossene Fläche nicht parallel zum Schichtenstreichen verläuft. Im Fiume della Valle beobachtete ich zweierlei Einfallen, von und gegen den Abhang des Monte St. Angelo gerichtet; so besteht z. B. eine deutliche Antiklinale unterhalb S. Margherita, ohne dass sich eine Ursache erkennen liesse. Kleine Tuffreste am Bagnicello zeigen ein landeinwärts gerichtetes Fallen und dürften wohl auf die Thätigkeit des Monte Rosa zurückzuführen sein; westich davon wiederum haben sehr hübsch aufgeschlossene Bänke von Sanden, Lapilli und Bomben ein östliches Einfallen.

Weit deutlicher und sicherer als aus ihren Lagerungsverhältnissen erkennt man den angedeuteten Ursprung der unteren Tuffe aus der Natur der Lavaströme, welche in sie stellenweise eingeschaltet sind. Diese können nach ihrer petrographischen Beschaffenheit, und zwar sowohl nach ihren mikroskopischen, wie makroskopischen Kennzeichen nur dem Monte St. Angelo entstammen. Solche Laven sind mehrfach nördlich der Hauptstadt an der Lanterna zu sehen, ein typisches Gestein derselben Art steht auch am Bagno secco, unmittelbar an der heissen Quelle unter einer mächtigen Decke jener alten Tuffe an.

Die Beschaffenheit dieser letzteren giebt Anlass zu mancherlei Bemerkungen. Im Westen der Insel und in der Fossa della Valle sind sie gewöhnlich grobsandig, nicht selten imprägniert mit weisslichen Massen von Gyps. Als mineralische Bestandteile fand ich in zwei Proben (vom Bagno secco und nahe der Lanterna) mehr oder weniger Plagioklas, Augit, Hypersthen und Eisenerze. Es hätte keinen Zweck, alle die Uebergänge von feineren Sanden bis zu Lagen mit kopfgrossen Bomben eingehender zu beschreiben oder nach ihren Fundorten anzuführen: es genügt und ist allein wichtig zu erwähnen, dass im allgemeinen die lockeren Massen um so gröber werden, je mehr man sich dem Monte St. Angelo nähert, so dass sie an den Chiappe lisce nur noch aus mächtigen Agglomeraten von Bomben und festverkitteten, zum Teil durch Fumarolen stark veränderten eruptiven Breccien bestehen. Ich kann mich nicht erinnern, in den in Rede stehenden Auswurfsprodukten anderes als andesitisches Material gesehen zu haben. Nur nahe S. Margherita fand ich einen frei zu Tage liegenden Block von Glimmersyenit, der wohl diesen Tuffen entstammt; denn er ist so mürbe, dass er unmöglich zu Bauzwecken in jene Gegend geschafft worden sein kann.

Es ist mir nicht möglich, die Gesammtmächtigkeit der älteren Tuffe Liparis mit Sicherheit anzugeben. Am Bagno secco dürfte sie reichlich 200 m betragen. Im allgemeinen schien es mir, als ob die tieferen Horizonte reicher an gröberen Auswürflingen, die oberen mehr sandig ausgebildet wären. Die letzteren, zu denen ich die Tuffe am Bagno secco und die ganz gleichartig beschaffenen am Cuneo della Pietà rechne, sind sehr gut geschichtet in Bänke von meistens nur wenig Centimeter Stärke und in ihren unteren Teilen ausgezeichnet durch reichliche Pflanzenreste, die jedem Besucher Liparis bekannt und schon von verschiedenen Geologen erwähnt worden sind. In den oberen Horizonten der sandigen Tuffe fand ich am Cuneo della Pietà und genau in derselben Weise auch in der Valle del Conte kugelförmige Concretionen von etwa 2,5 cm Durchmesser, welche die Herstellung eines Dünnschliffes und damit ein sehr bequemes mikroskopisches Studium des Tuffs gestatten; ich sah darin Splitter von Plagioklas, Augit und Hypersthen, manchmal umgeben von glasiger, brauner Masse, das Ganze zusammengekittet von kohlensaurem Kalk.

Ueber die erwähnten Pflanzenreste haben Dolomieu,[1] v. Buch,[2] Hoffmann,[3] Vilanova (1854), Gaudin (1860), Judd,[4] sowie Cortese[5]) berichtet. Nach Judd soll man früher die best erhaltenen Reste an den fast unzugänglichen Wänden nahe dem „Passo della Scarpa" gefunden haben, womit wohl die Wände um Bagno secco gemeint sein dürften. Heute wenigstens bilden die Tuffe am Bagno secco den hauptsächlichsten Fundort für die Pflanzenreste: zwar sind die senkrechten Steilwände selbst unzugänglich, indessen bieten grosse Massen abgestürzter Trümmer des lockeren, sehr leicht zerbröckelnden Materials gute Gelegenheit, die Versteinerungen auch bei einem flüchtigen Besuche kennen zu lernen.

Sehr reiche Ausbeute hat seiner Zeit Piraino de Mandralisca dort gesammelt und Gaudin hat eine so genaue Beschreibung derselben gegeben, dass sich an der Hand des etwas spärlichen von mir gesammelten Materials nichts Neues hinzufügen liesse. Als Muttergesteine der Reste erwähnt Gaudin folgende:

1. Ein eisengrauer Tuff mit mehr oder weniger groben Elementen. Die Blätter, deren Substanz wohlerhalten ist, erscheinen darin von gelblich weisser Farbe.

2. Ein weisslicher oder hellgrauer Sandstein, manchmal grob-, gewöhnlich ziemlich feinkörnig. Die Blätter haben darin einen Teil ihrer Substanz in Form eines kohligen Häutchens zurückgelassen.

3. Ein grauer, opaker Kiesel, von muscheligem Bruch, mit scharfen Splitterrändern das Glas ritzend. Bildet mehr oder weniger mächtige Lagen inmitten des „Sandsteins".

In diesen Tuffen und hornsteinartigen Massen — letztere finden sich noch reichlich zwischen den Tuffen des Bagno secco — lernte Gaudin folgende Pflanzen kennen:

Laurus canariensis Sm.
Smilax mauritanica Desf. (Blätter)
Chamaerops humilis L. (Stengel, Blätter, Früchte?)
Hedera Helix L. var. Hibernica (Blätter und Beeren)
Quercus Ilex L. (Blätter)
Leguminosenblätter.

Cortese hat die Bestimmung Gaudins insofern richtig gestellt, als es sich um Laurus nobilis (den gewöhnlichen Lorbeer) und nicht um Laurus canariensis handeln soll. Unger hatte die von Vilanova gesammelten Reste als Quercus, Smilax, Phoenix und als Leguminose bestimmt.[6]

Schon mehrfach wurde erwähnt, dass die unteren Tuffe stellenweise eine tiefgehende Zersetzung erlitten haben. Dieselbe ist zurückzuführen auf die Einwirkung von Schwefelsäure, welche wiederum durch die Oxydation reichlichen Schwefelwasserstoffes entstanden sein dürfte. Auf solchem Wege mussten in den andesitischen Tuffen entstehen:

---

[1]) 1783, S. 58.

[2]) Can. Inseln. Ges. Schriften III. S. 518. Die von Rüppel gesammelten, von Buch erwähnten Stücke befanden sich in der Sammlung der Senckenberg'schen Gesellschaft zu Frankfurt.

[3]) 1832, S. 32. [4]) 1875, S. 13. [5]) 1892, S. 31 und 66.

[6]) Vilanova fand einen 2 m hohen Palmenstamm aufrecht in den Tuffen und sandte ihn nach Madrid. Es verdient darauf hingewiesen zu werden, dass trotzdem nicht daran gedacht werden kann, dass die Palme auf ihrem primären Standorte verschüttet wurde. Eine recht reiche Sammlung dieser Pflanzenreste sah ich in der geologischen Sammlung der Universität zu Palermo; darin befanden sich auch ein paar ausgezeichnete Bruchstücke von Palmstämmen.

Kieselsäure, welche reichlich auftritt in Form von Opal, Chalcedon und Quarz.

Gyps, durchsetzt allenthalten die veränderten Massen und bildet oft den Hauptbestandteil derselben.

Eisensulfate, sind zum grösstenteile ausgelaugt worden; das daraus hervorgegangene Eisenhydroxyd oder Eisenoxyd bedingen die lebhaft gelbe oder rote Färbung der zersetzten Tuffmassen.

Die Sulfate von Thonerde, Magnesia und den Alkalien dürften sich nur in dem Wasser der in jenen Gegenden auftretenden heissen Quellen nachweisen lassen.

Der Opal bildet in stalaktitenartigen, milchweissen Zapfen von traubig-knolliger Oberfläche nicht selten die Ausfüllung von Hohlräumen, welche die Verwesung von Pflanzenteilen in den Tuffen hinterlassen hat. Durch die Infiltration der Kieselsäure sind manche feinschlammige Tuffschichten umgewandelt worden in den oben an dritter Stelle genannten Kiesel. Diese steingutähnlichen Massen sind von Mattirolo[1]) genau beschrieben und analysiert worden. Er fand ihr spezifisches Gewicht zwischen 1,99 und 2,21 und schliesst aus diesem ungleichen Verhalten der untersuchten Proben auf eine ungleichmässige Beschaffenheit des Materials. In Dünnschliffen fanden sich trübe, nicht mehr bestimmbare Reste der Mineralbestandteile. Beim Erhitzen auf 110° verlor das Pulver 3,10% Wasser und die trockene Substanz besass alsdann folgende Zusammensetzung:

SiO_2	=	79,53
Al_2O_3	=	13,30
CaO	=	0,59
Glühverlust	=	6,44
		99,86

Eine ähnliche tiefgehende Umwandlung, die in einer Verkieselung der zersetzten und gebleichten Massen besteht, hat auch Gesteine betroffen, welche an den Fumaiole den alten Tuffen eingelagert sind. Man erkennt nur noch undeutliche Reste ihrer früheren Mineralbestandteile.[2])

Der Quarz findet sich in knollenförmigen Massen; dieselben besitzen radialfaserige Struktur, und da und dort ragt über die Oberfläche ein kleines Quarzsäulchen hervor.

Der Gyps ist das bei weitem häufigste Zersetzungsprodukt. Durch Verwachsung zahlreicher Individuen entstehen strahlige oder stängelige, auch gekrümmte, plattenförmige Aggregate, oder das Mineral tritt auch, wie z. B. an der Spiaggia di Muria, in ganz dichten, alabasterartigen Massen auf. Die durch Eisenverbindungen buntgefärbten Tuffreste sind dort thonig und enthalten häufig etwas Pyrit. In einem Stolln, welchen man unter S. Lucia ziemlich tief in die veränderten Tuffe

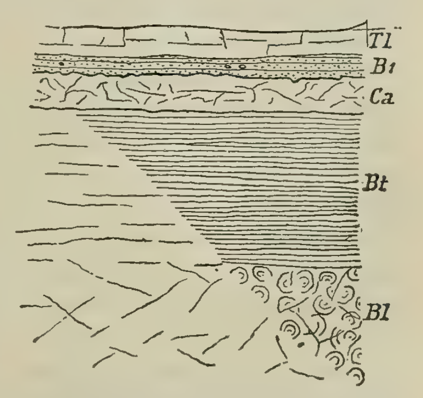


Fig. 17. Schichtenfolge an den Fumaiole. Bl kugelförmig abgesonderter Basalt, Bt ältere Tuffe (50 m), Ca Cordieritandesit (12 m), Bı unterer verlagerter Bimsstein, Tl Tufflöss. Links sind der Basalt und die Tuffe durch Fumarolen verändert und strukturlos geworden.

[1]) Cortese 1892, 38—42.

[2]) Ein ganz analoges Umwandlungsprodukt, mit weissem Opal vergesellschaftet, habe ich auch aus dem Erzdistrikt von Nagybanya erhalten.

gegraben hat, findet sich Gyps in spanförmigen Ausblühungen. Endlich sei noch erwähnt, dass sich in den Tuffen Liparis und, wenn ich mich auf ein in der Neapeler Universitätssammlung liegendes Stück beziehen darf, auch in denen von Salina als Seltenheit Kieselkupfer vorkommt. Dasselbe ist von Casoria 1844 als „Liparit" beschrieben worden. Gute Belege dieses Vorkommens besitzt die Sammlung in Palermo, und ich verdanke Herrn Professor Gemellaro einige Stückchen des Minerals; es erinnert ganz an den Chrysokoll von Guravoj im Arader Comitat.[1])

Die von den stark zersetzten Tuffen bedeckten Striche der Insel sind von einer traurigen Oede und schon weithin gekennzeichnet durch ihre Vegetationslosigkeit und ihre lebhaft gelbe oder rote, auch bläulichrote oder weissliche Farbe. Sie erinnern dadurch ausserordentlich an die vielfarbigen Umwandlungsprodukte um die Fumarolen des Yellowstoneparks und vor allen Dingen an die freilich noch viel prächtigeren Erscheinungen des Yellowstonecañons. Auf die heissen Quellen und die Fumarolen der Insel komme ich später zu sprechen; hier sei nur gesagt, dass sie die letzten Reste der vulkanischen Aeusserungen darstellen, welche ehedem sicherlich in sehr intensivem Masse stattgefunden haben müssen, um so weit gehende Zersetzungen zu bewirken. Ich werde späterhin auch darthun, das jene mächtigen Gasausströmungen stattfanden, als die unteren Tuffe noch vom Meere bedeckt waren.

Die Aschen- und Lapillimassen des Monte St. Angelo müssen in seichter See zur Ablagerung gelangt sein, aus der dieser Vulkan und der Monte Chirica als Inseln hervorragten; es wäre sonst kaum zu erklären, wie inmitten der Tuffe sich die Reste von Landpflanzen in so reichlicher Menge und immerhin ausgedehnter Verbreitung (am Bagno secco und 2 km davon entfernt am Fuardo) vorfinden könnten. Die Timponi mögen in diesem Meere Klippen oder wenigstens Untiefen gebildet haben; jedenfalls aber fielen zwischen dieser Barre und dem Monte St. Angelo die Auswurfsprodukte in ruhigere See als weiter im Süden, jenseits des Mazzacaruso. Dort waren die lockeren Anhäufungen der Brandung und der Strömung ausgesetzt, welche mit der Zeit dieselben entfernten und jene Böschung schufen, die sich heute vom Piano Conte nach der Westküste zu senkt. Dass jener Abhang, der sich von dem Badehaus von S. Calogero bis gegen die Höhe von Quattrocchi hinzieht, schon ein sehr alter ist, geht hervor aus dem Verlauf des Cordieritlavastroms. Derselbe ruht keineswegs als eine konkordant gelagerte Decke auf den alten Tuffen, wie dies die alten Laven zu thun scheinen, welche längs der Westküste zwischen diese eingeschaltet sind; schon unterhalb der Varesana bildete er stellenweise Terrassen, um sich dann in den Pietre di Fuardo mit beträchtlicher Neigung in ein altes Thal zu ergiessen, wobei seine Mächtigkeit stellenweise bedeutend zugenommen zu haben scheint. Die gänzliche Unabhängkeit seiner Ausbreitung von der konkordanten Lagerung der älteren Tuffe und Laven zeigt sich am besten oberhalb der Thermen von S. Calogero, und ähnlich sind die Verhältnisse auch an der Contrada Fontanelle. Es wird dadurch bewiesen, dass der auch in so mancher anderer Hinsicht merkwürdige Lavastrom ein selbständiges Gebilde darstellt, das entstand, lange nachdem der Monte St. Angelo seine Thätigkeit eingestellt hatte. Dass er sich noch unter Wasser ergossen hat, ist früher schon gesagt worden und wird späterhin noch nachgewiesen werden. Hier möge noch einmal darauf aufmerksam gemacht werden, dass sich in der Valle del Conte ein aus Cordieritandesit bestehender Gang findet, dessen Gestein in der Berührung

---

[1]) Pethö, Földt. Közl. 1895. XXV. S. 236 f.

mit den unteren Tuffen fast bimssteinartig aufgebläht und dessen Oberfläche der Ausgangsort für die Bildung der schon erwähnten concretionären Bildungen ist. (S. 121.) Schon die letzteren dürften beweisen, dass sich die Tuffe zu der Zeit, als die Cordieritlava hervorbrach, in durchfeuchtetem, schlammigem Zustand befunden haben müssen.

Ueber die Tuffe und Agglomerate der übrigen basaltischen und andesitischen Vulkane ist nicht viel zu sagen. So viel ich beobachten konnte, beschränkt sich das Vorkommen ihrer lockeren Produkte auf die Auswürflinge, welche in Wechsellagerung mit den Laven unmittelbar am Aufbau der Kegel teilnahmen. Diese haben vielleicht niemals so gewaltige Aschenausbrüche erlebt wie der Monte St. Angelo, oder die Produkte derselben ruhen in grösserer, unzugänglicher Tiefe; überdies sind nach meinen Beobachtungen der Chirica, der Mazzacaruso und der Monte Rosa älter als jener Vulkan. Die Cordieritlava aber ist überhaupt das letzte vulkanische Produkt des nordwestlichen Teils der Insel.

b) Die Auswürflinge der Monte Guardiagruppe.

Das Wesentliche dieser sehr untergeordneten Gebilde ist bereits gelegentlich der Besprechung der Guardia-Vulkane erörtert worden.

c) Der untere Bimssteinhorizont.

Ueber der Cordieritlava kamen diejenigen Tuffe zur Ablagerung, welche der Entstehung der Monte Guardia-Gruppe folgten und bisher als die unteren Bimssteine bezeichnet wurden, entsprechend der vorwiegenden Ausbildungsart der in ihnen enthaltenen Auswürflinge und im Gegensatz zu den viel jüngeren Bimssteinen des Monte Pelato.

Sie sind, allerdings meistens durch jüngere Gebilde verdeckt, beinahe über die ganze Insel hin verbreitet, besitzen aber ihre auffälligste und mächtigste Entwickelung im Bergland von S. Salvatore, das von ihnen zum guten Teil bedeckt ist und mit den Bimssteinlandschaften des nördlichen Gebietes viel Aehnlichkeit zeigt. Die in Rede stehenden Tuffe bestehen aus Aschen und Sanden, die manchmal für sich Schichtenkomplexe bilden, ferner aus Bimssteinauswürflingen und mehr oder minder grossen Bomben und Lapilli von Obsidian. Wegen ihrer grossen äusseren Aehnlichkeit sind die jüngeren und älteren Bimssteine wohl für gleichalterige und gleichartige Gebilde gehalten worden; bei einiger genauerer Untersuchung aber ergiebt sich ein sehr wichtiger petrographischer Unterschied zwischen beiden: während nämlich die Bimssteine und Obsidiane des Nordens frei sind von jeder Mineralausscheidung, enthalten die des Südens reichliche, dem freien Auge sofort erkennbare Einsprenglinge von Feldspat, Augit und auch Olivin, wodurch ihre grosse Verwandtschaft mit den Gesteinen der Guardiavulkane unverkennbar wird. Zugleich machen jene Ausscheidungen die Bimssteine jener Gegend für die technische Benutzung unbrauchbar. Da die älteren Bimssteintuffe reicher sind an mehr dichten Auswürflingen von tieferer Färbung, so sind sie, aus der Ferne gesehen, nicht so auffällig wie die Bimssteine des Pelato; zudem sind sie gewöhnlich von den braunen, lössartigen Tuffen mehr oder weniger verdeckt und oft nur in Schluchten genauer zu studieren.

Auch die unteren Bimssteine sind unter Wasser zur Ablagerung gekommen; aber nur zum geringen Teil besitzen sie heute noch ihre ursprüngliche Schichtung, welche in der Grösse der abgelagerten Elemente, in der Wechsellagerung von Aschen, Sanden, Lapilli oder Bomben verschiedene Stadien der Eruption wieder erkennen lässt, sondern zumeist haben sie eine weitgehende Verlagerung erfahren; die ursprünglich gesonderten Elemente

sind durch das Meer wirr durcheinandergeworfen, ja sogar mit eingeschwemmten älteren Geröllen vermengt worden. Es ist daher notwendig, die unteren Bimssteine in zwei Abteilungen zu betrachten, entsprechend der Unterscheidung, welche auch auf der geologischen Karte vorgenommen wurde; sie zerfallen in

α) untere Bimssteine in primärer Lagerung,

β) verlagerte untere Bimssteine, die als quartäre Strandablagerungen weite Gebiete bedecken.

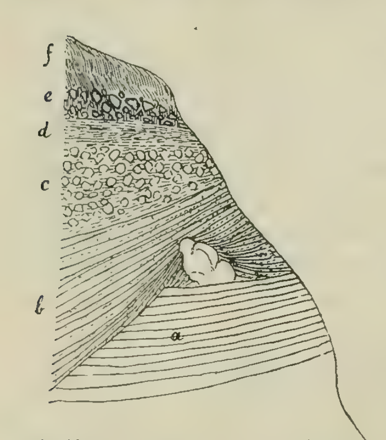


Fig. 18. Profil in der Valle di Muria.
a) Rötliche, an Bimssteinen arme Asche.
b) Bimssteinlapilli, darin eine mächtige Bombe.
c) Lapilli und graue Obsidianbomben.
d) Sandiger (verlagerter?) Tuff mit undeutlichen Pflanzenresten.
e) Gehänge-Schutt mit Tufflöss, übergehend in
f) Reinen Tufflöss.

In primärer Lagerung sind jene Tuffe, so viel ich weiss, nur in der Valle di Muria erhalten. Das beistehende Profil giebt die dortigen Verhältnisse wieder, aus denen zweifellos hervorgeht, dass hier in einem uralten Thaleinschnitt die lockeren vulkanischen Produkte gerade so liegen geblieben sind, wie sie während der Eruption zu Boden gesunken sind. Nach oben zu werden sie immer gröber; nur das Hangende dürfte später etwas aufbereitet worden sein, wie die Pflanzenreste andeuten, die in dem Bimssteinschlamm enthalten sind. Da sich von den mürben Massen nichts konservieren liess, so war auch eine Bestimmung jener unmöglich. Die Reste schienen mir übrigens am ehesten Grasblätter gewesen zu sein. Gerölle fehlten in diesen Tuffen.

In ihrer ganzen sonstigen Verbreitung sind die unteren Bimssteine zweifellos nichts anderes als verlagerte Massen, quartäre Strandablagerungen. Sie füllen als solche die alten Vertiefungen zwischen dem Capistrello, dem Piano Antilla, dem Falcone, der Fossa di Lazzaro, den Kuppen des Monte Guardia und Monte Giardina. Ihre Mächtigkeit dürfte in diesem Gebiete 100 m kaum erreichen. Schon früher wurden die Tuffe erwähnt, die wie ein breites Band an die westlichen Steilwände des Monte Giardina, des Monte Guardia und der Fossa di Lazzaro hingeklebt erscheinen. Südlich der Valle di Muria erblickt man dieselben als einen lichten Streifen, der etwa in 200 m Höhe beginnt und sich langsam gegen Norden senkt, bis er an der Spiaggia Valle di Muria das Meeresniveau erreicht und in die Tuffmassen jener Schlucht übergeht. Es sind das die „tufi intercalati" Corteses, welche, wenn ich recht verstehe, zwischen die Laven des Monte Guardia und Monte Giardina eingeschaltet sein sollen. Von einer Wechsellagerung der Laven und Tuffe könnte hier keine Rede sein, ebensowenig wie man überhaupt jenen Bimssteinmassen des Südwestens eine besondere Stellung zuzuerkennen vermag. Die Vulkankuppen der Guardiagruppe stellen das Produkt je eines einzigen Laven-Ausbruches dar. An der Fossa di Lazzaro aber sieht man, seewärts über die steilen Schluchten und Felswände der Westküste blickend, deutlich genug, dass jene Tuffmassen dem liparitischen Gestein aufgelagert sind, wie es bei irgend welchen fremden Sedimenten der Fall sein würde. Die rauhen, massigen Klippen treten dort zu Tage, wo die Erosion die lockeren, geschichteten Massen entfernt hat. Ganz Aehnliches beobachtet man auch von der See her. Das gegen Norden allmählich absteigende Tuffband verläuft keineswegs so gleichmässig, wie man es bei eingeschalteten Lagen von Auswürflingen erwarten müsste, und stellenweise ist das Band durch die Erosion unter-

brochen, und der kahle Fels tritt dann an die Oberfläche. Südlich der Spiaggia di Muria sieht man im Liegenden der Bimssteine eine Breccie des Giardinagesteins. So stellt denn jene Tuffzone der Südwestküste nur die Verbindung dar zwischen derjenigen des Südens und derjenigen, welche sich in der Valle di Muria zwischen die Steilwände des Monte Giardina und die alten andesitischen Gebilde der Quattrocchi eingelagert hat und dort in ihrer ursprünglichen Lagerung erhalten ist.

Nahe der Hauptstadt fallen die jüngeren Tuffbildungen, die alten Bimssteine und der Tufflöss, gegen Osten ein: die älteren andesitischen Agglomerate, welche in der Valle del Conte stellenweise noch sichtbar sind, verschwinden weiter im Osten, vielleicht weil sie durch das Meer abradiert wurden, oder weil sich dort ihr Untergrund zur Tiefe senkt. Der Hohlweg, welcher von der Stadt her durch die anmutige Gemarkung von S. Lionardo und über die freundliche Kirche von St. Annunziata nach den Piano Conte führt, steigt fast genau mit den Schichten der unteren Bimssteine an, die samt den darüberliegenden braunen Tufflössen sich in der ganzen Umgebung des Monte St. Angelo aufs engste der Inseloberfläche anschmiegen, sofern sie nicht, wie in der Fossa della Valle durch die Regengüsse weggewaschen und die unteren Tuffe blosgelegt worden sind. An mehr als einer Stelle zeigt sich eine auffallende Diskordanz zwischen den älteren Bimssteinen und den alten Tuffen des Monte St. Angelo; sie spricht dafür, dass zwischen der Ablagerung beider ein langer Zeitraum verflossen ist, innerhalb dessen das Meer zerstörend gearbeitet hat. Solches hatte schon die S. 124 besprochene Lagerung des Cordieritlavastroms ergeben, dessen Ausbruch zeitlich der Ablagerung der Bimssteine näher gestanden hat als dem Absatz der untersten Tuffbildungen.

Während die jüngeren Tuffbänke zwischen dem Piano Conte und dem Monte Giardina mit so wechselnder Neigung gelagert sind, dass man anfangs an den einzelnen Aufschlüssen glauben möchte, es handle sich dort um verschiedene Tuffhorizonte, breiten sie sich wieder flach über jene Ebene aus und folgen dem Gehänge des Monte St. Angelo bis fast auf dessen Gipfel. Auch auf der Varesana und auf Quattro pani, am Monte Rosa, ja sogar am Chirica sind die alten Bimssteine zu sehen, begraben unter einer tiefen Schicht des braunen Tufflösses und der jüngsten Bimssteine. (Fig. 19.) Ebenso sah ich sie an den Fontanelle, kurz, sie sind über die ganze Insel verbreitet. Freilich nimmt ihre Mächtigkeit mehr und mehr ab, je weiter nördlich sie angetroffen werden; so beträgt sie an den Fontanelle, wo sie freilich auch der Abwaschung durch das Meer ausgesetzt waren, 0,3 m, an der Chirica etwa 1 m.

Bevor ich der Frage nach der Herkunft dieser Tuffe und den besonderen Bedingungen, unter denen sie zum Absatz gelangten, näher trete, ist es notwendig, über ihre petrographische Beschaffenheit etwas eingehender zu sprechen. Unter etwa 25 Auswürflingen, welche ich den unteren Bimssteintuffen an verschiedenen Stellen entnommen habe, lassen sich im grossen Allgemeinen zwei Haupttypen unterscheiden.

1. Obsidiane und Bimssteine, beide in einander übergehend, mit einem grossen Feldspatgehalt, dem gegenüber der Gehalt an Augit und Olivin weit zurücksteht.

Die Obsidiane sind meistens schwarz und besitzen die grösste Aehnlichkeit mit denen des Monte Pelato; sie sind dann grau oder braun durchscheinend, der Bruch jedoch ist weniger deutlich muschelig als dort, sondern mehr splitterig, und sie zeigen nicht selten eine Absonderung in concav- und convexflächige Teile, so dass sie manchmal einem Agglomerat kugeliger, gegen einander gepresster Körper gleichen. An einzelnen Stücken ist dabei ein Uebergang in eine körnige, etwa wie Asphalt glänzende, mit rissigen Feldspäthen durchsetzte Masse zu erkennen,

die äusserlich von einer glatten, wachsglänzenden Rinde umgeben ist; auch sphärolithische, graue Partien umhüllen hie und da einen Kern von rein glasigem, rissigen Obsidian.

Ausser dem schwarzen Glase findet man häufig in gewissen Horizonten undurchsichtigen, emailartigen, grauen oder lauchgrünen Obsidian. Ein Stück vom Piano Greco besitzt oberflächlich Glasglanz, sein Bruch aber ist mattschimmernd, rauh, etwa wie derjenige von hartem Wachs. Diese grünen, an Feldspath reichen Massen sind fest eingebettet in erdige oder schlackige Partien, in die sie übergehen und zwischen denen wiederum eckige grössere oder kleinere Stückchen der Emaile eingehüllt sind. In letzterer liegen ausserdem oft Partien durchsichtigen grauen Obsidians.

Die glasigen, dichten Auswürflinge zeigen Uebergänge in Bimsstein. Der letztere unterscheidet sich, wie schon angedeutet wurde, von den ähnlichen Auswürflingen des Monte Pelato durch seine Krystalleinschlüsse, die aus Plagioklas und Augit und, wie eine pulverisierte Probe erkennen liess, aus opaken, metallisch glänzenden an Hornblende erinnernden Nädelchen, die vielleicht Cossyrit sein dürften, bestehen. Der Augit besitzt gewöhnlich eine recht scharfe Flächenumgrenzung. Es mag hervorgehoben werden, dass die soeben charakterisierten Auswürflinge am meisten den verschiedenartigen Pantelleriten der Insel Pantelleria gleichen; ob es sich wirklich um solche oder ihnen verwandte Gesteine handelt, wird nur eine spätere eingehende Untersuchung feststellen können.

Zu dieser ersten, durch vorwaltenden Feldspath charakterisierten Gruppe sind auch mehr oder weniger grosse Blöcke zu rechnen, die aus einem rotbraunen oder schwärzlichen glasreichen, auf dem Bruche rauhen Gesteine bestehen, manchmal ausgezeichnet durch prächtige Fluidalstruktur und nicht selten so sehr erfüllt von grossen Lithophysen, dass diese die Hauptmasse des Auswürflings ausmachen. Dass es sich nur um solch' letztere und nicht um geflossenes Gestein der Guardia-Vulkane handeln kann, ist zweifellos. Denn erstlich habe ich sie anstehend nie gefunden, und zweitens sind Stücke derselben allenthalben in den verlagerten Tuffen anzutreffen. Ich sammelte solche in der Contrada Capparo und sah sie häufig in dem Hohlweg bei St. Annunziata; besonders schöne Blöcke aber finden sich beim Abstieg vom Piano Greco nach dem Val di Muria — offenbar herausgeschwemmt aus den dortigen, primär gelagerten Tuffen. In ihnen erreichen die Lithophysen Durchmesser von mehreren Centimetern. Man erkennt darin blutrot durchsichtige Täfelchen von Eisenglanz, nicht selten mit einer Fortwachsung in der Ebene 0 R, so dass glänzende, äusserst zarte haarförmige, bis gegen 3 cm lange Lamellen, manchmal auch durch compliziertere Verwachsungen moosartige Gebilde entstehen. Ferner sind rauchbraune Quarzkryställchen von wenigen Millimetern Länge häufig, im Innern schwarze nicht näher bestimmbare Nädelchen umschliessend. Tridymit ist das dritte gewöhnlich an der Lithophysenfüllung beteiligte Mineral. Es sind winzige, glasglänzende Blättchen von grosser Frische, die unter dem Mikroskop in ausgezeichneter Weise die bekannten von Schuster und v. Lasaulx beschriebenen Verhältnisse erkennen lassen. Von den eben erwähnten Mineralien ist Quarz das älteste, Eisenglanz das jüngste.

Fayalit hat zuerst Iddings in den Lithophysen der Obsidiane von Vulcano, der Forgia vecchia und des Monte Guardia (?) nachgewiesen. Er fand in seiner Gesellschaft Orthoklas und Tridymit. Ein mir vorliegendes, an Lithophysen reiches Stück aus dem Val di Muria enthält in letzteren den Fayalit in beträchtlicher Menge. Er ist umgewandelt in eine schwarze, metallisch glänzende Masse (in HCl fast unlöslich und daher wohl Eisenglanz), lässt aber nichtsdestoweniger die von Iddings und Penfield abgebildete und beschriebene Gestalt in rohen Umrissen wieder erkennen. Diese Fayalite, welche kaum 1 mm lang werden, bilden häufig den Ausgangspunkt, um den merkwürdige Haufen und Büschel feinster Mineralnadeln anschossen, welche eine nähere Besprechung verdienen. Dem blossen Auge erscheinen sie als wirre sammetschwarze oder dunkelrotbraune kleine Wollbüschel; die längsten, sehr feinen und ganz geraden, zerbrechlichen Härchen erreichen über 0,5 cm Länge. Sie sind metallisch glänzend und werden von Salzsäure und Schwefelsäure nicht oder nur wenig angegriffen. Unter dem Mikroskop erkennt man in den meisten ein Gitterwerk schwarzer, metallisch glänzender Stäbchen, an denen ich prismatische Gestalt wahrzunehmen glaube. Die gegenseitige Anordnung der Stäbchen

ist mit Vorliebe eine rechtwinkelige nach drei Richtungen, andere durchziehen scheinbar gesetzlos das Gefüge. Ihre Dicke beträgt einige hundertstel Millimeter. Da die Gebilde vollkommen opak sind, so ist es unmöglich, auf optischem Wege ihrer Mineralnatur nachzugehen. Aeusserlich aber ähnelt die Substanz so sehr dem in Erz umgewandelten Fayalit, und ihr Zusammenvorkommen mit diesem ist ein so inniges, dass ich keinen Anstand nehme, sie als Krystallskelette dieses Minerals aufzufassen und als Pseudomorphosen nach Breislakit zu bezeichnen. Jüngst hat Wichmann[1]) versucht darzuthun, dass letzteres Mineral nur eine haarförmige Varietät des Fayalits sei; seine Ansicht fände in dem Lithophysenmineral von Lipari eine wertvolle Bestätigung, wenn auch das äussere Aussehen der schwarzen Skelettchen von Lipari ein ganz anderes ist als das des rötlichen, büschelförmigen Minerals aus der Gegend von Neapel.

2. Bei dem zweiten, vitrophyrischen Typus ist die Grundmasse mehr oder weniger dicht, reich an Glas, aber meist nicht obsidianartig, grau oder schwärzlich. Darin liegen viel porphyrische Einsprenglinge von Augit, Feldspat und manchmal viel Olivin; durch das Vorwalten des ersteren Bestandteils sind sie vor der ersten Hauptgruppe ausgezeichnet, von der sie nach ihren sonstigen Eigenschaften nicht scharf zu trennen sind. Uebergänge in Bimsstein und Einschlüsse von rundlichen oder polygonalen Obsidiankörnern in der sonst aufgelockerten Masse finden sich auch hier. Unter dem Mikroskope nimmt man auch Einsprenglinge von Hornblende und gleichfalls wieder sehr kleine im Schliff braundurchsichtige Nädelchen wahr, die dieser Mineralgruppe zugehören dürften.

Wie die mikroskopische Untersuchung ergiebt, ist der Feldspatgemengteil aller dieser Auswürflinge der Hauptsache nach Plagioklas, Sanidin dagegen nur untergeordnet als Einsprengling zu bemerken.

Die mineralogische Beschaffenheit der unteren Bimssteine ist demnach nicht unähnlich derjenigen der Liparite der Monte Guardia-Gruppe: auch dort liessen sich zwei Typen, ein feldspatreicher und ein augitreicher, unterscheiden. Trotzdem stellen sich der Annahme, dieselben seien nur Auswürflinge der noch auf der Insel erkennbaren älteren Liparitvulkane, einige Schwierigkeiten entgegen. Zunächst ist zu betonen, dass jene jünger sind als diese. Jene Kegel haben im allgemeinen schon ihre heutige Form besessen, als die Tuffe die Vertiefungen zwischen ihnen ausfüllten. Allerdings sind es ja verlagerte Tuffe, welche sich im Capistrellokrater finden, welche die Liparitklippen des Piano Antilla bedecken und die Schluchten zwischen dem Monte Guardia und der Fossa di Lazzaro sowie zwischen jenen und dem Monte Giardina erfüllen und welche sehr wahrscheinlich auch den Boden des Giardinakraters bedecken. Aber offenbar bestehen die innigsten Beziehungen zwischen diesen quartären Strandablagerungen und der ursprünglichen Verbreitung der submarinen Tuffe, welche ihnen das Material geliefert haben. Das zeigt sich am besten an dem in Fig. 18 mitgeteilten Profil in der Valle di Muria, das die unteren Bimssteine in primärer Lagerung und den Uebergang dieser in die aufbereiteten Tuffe darstellt. Zweifellos lagern sich jene durch die marine Aufbereitung in ihren unteren Teilen noch unberührten Tuffe, welche in ihrer Diskordanz auch die Anzeichen für verschiedene Eruptionsphasen zeigen, dem älteren Körper des Monte Giardina an. Die Frage, ob sie zum Schlusse der liparitischen Ergüsse durch die noch erkennbaren Krater gefördert wurden, vermag ich nicht zu bejahen. Ich möchte vielmehr letztere für Nachsackungen halten, entsprechend den sekundären Kratern der Forgia vecchia und der Rocche rosse, durch welche auch hier, wenigstens am Capistrello, nur geringe Massen von Scherbenlapilli ausgestossen wurden. Wenn aber auch die älteren Bimssteine anderen, ausserhalb der heutigen Insel liegenden Kratern entstammen dürften, so

[1]) A. Wichmann, Ueber den Breislakit. Zeitschr. für Krystallographie. XXVIII. 1897. S. 529 ff.

steht doch sicher ihre Förderung zeitlich im engsten Zusammenhang mit der Entstehung der südliparischen „Schollenkrater".

Die unteren Bimssteine haben also erst später, als sich das Meer zurückzog, Verlagerungen erfahren; wie sich deutlich an manchen Stellen aus Erscheinungen entnehmen lässt, die auf eine Strandbildung in ziemlich beträchtlichen Höhen der Insel hinweisen. In dem ganzen Hohlweg von Lipari bis zu der Kirche von St. Croce auf Piano Conte (*265 m) bemerkt man nahe der Grenze zwischen den Bimssteinen und den darüberliegenden braunen Tuffen eine unregelmässige Schichtung feinerer und gröberer Massen (rötlicher Schlamm und grössere Lapilli), die oft zu linsenförmigen Einschaltungen der ersteren zwischen die letzteren führt. Häufig auch zeigen die Linsen und ihre Umhüllung eine gemeinsame Abwaschungsfläche, über der sich neuerdings eine Schichte gröberen Materials abgelagert hat. Solche Beobachtungen kann man vielfach am Piano Greco und am Piano Conte machen. Ferner findet man viel verbreitet echte Gerölle eines sehr stark zersetzten Gesteins vom Aussehen des Andesits von Quattrocchi inmitten der Tuffe und fest mit ihnen verkittet. Ich sah diese Gerölle noch in Höhen von über 220 m. Da es nicht annehmbar ist, dass sie ihre Abrundung inmitten der zarten Bimssteine erhalten haben, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sie aus noch höher gelegenen Strandterrassen durch Verlagerung in die Tuffmassen geraten sind.

Die Bimssteine schwimmen, wie das ein Versuch an mitgebrachten Stücken lehrte, auch nach mehrtägiger Benetzung teilweise im Wasser; nirgends weisen die wirr durcheinander geschwemmten Auswürflinge Spuren einer bemerkenswerteren Abrollung auf. Dies, sowie der Umstand, dass man häufig zersprungene, erst beim Herausnehmen in Stücke zerfallende Auswürflinge antrifft, beweist, dass die See nicht sehr tief, der Wellengang nicht sehr heftig gewesen ist, und dass wohl die ganze Gegend einen lagunenartigen Charakter getragen haben muss. Aus den soeben gemachten Bemerkungen ergiebt sich, dass das Meer ehedem mindestens bis zur Höhe von etwa 270 m gereicht haben muss.

Nach Cortese[1]) sei bereits in der Höhe von 520 m im Krater des Monte St. Angelo eine Terrasse zu bemerken. Es sollen sich dort inmitten der braunen Ablagerungen abgerollte Bimssteinstücke finden. Cortese hat eben das Alluvium im Krater des Monte St. Angelo für eine submarine Ablagerung gehalten und ihm gleiches Alter mit den quartären Strandablagerungen Salinas zugeschrieben. Ich habe mich während meines dritten Aufenthalts auf Lipari (Ostern 1898) davon überzeugt, dass in dem Krater des St. Angelo nur der Tufflöss, die jüngsten Bimssteine und darüber das freilich mit viel Bimssteinstückchen durchmengte, dem Tufflöss sehr ähnliche Alluvium zu sehen ist. Alle drei sind zweifellos subaëre Gebilde, submarine Ablagerungen nicht zu beobachten. Es lässt sich also dort die Frage, ob der Vulkan zur Zeit der frühesten Bimssteinausbrüche noch unter Wasser gestanden habe, nicht beantworten. Letztere Annahme gewinnt aber keineswegs an Wahrscheinlichkeit angesichts des Vorkommens der Pflanzenreste in dem alten Tuffe des Monte St. Angelo, welche mit aller Bestimmtheit auf benachbartes trockenes Land hinweisen.

Mit mehr Recht erblickt Cortese eine zweite Terrasse in der Ebene von Castellaro (ca. 400 m) und dem Piano Conte (ca. 300 m); dass die Eruptionen der südlichen Liparitvulkane (Monte Guardia 369 m, Monte Giardina 283 m) unter dem Meere stattgefunden

---

[1]) 1892, S. 32.

haben, und dass ich auch an ihrem westlichen Abhange Terrassenbildung erkannte, habe ich schon früher gesagt.

Die Frage nach der Herkunft der unteren Bimssteine muss nach allem Gesagten noch offen bleiben; ebenso wenig liesse sich entscheiden, ob vielleicht ihr Ausbruchsort im Südwesten der Insel gelegen habe, worauf mir so manches hinzuweisen schien.

Auch die soeben besprochenen Gebilde lassen noch Zersetzungserscheinungen erkennen, welche wohl auf die Einwirkung heisser Quellen zurückzuführen sind. Sie bestehen hauptsächlich in der Bildung von Hyalit, mit dem auch das Cordieritgestein oft überkrustet und durchtränkt ist. Die mehr oder weniger tiefgreifenden, die Tuffe in grosser Ausdehnung umwandelnden Fumarolenwirkungen beschränkten sich auf diejenigen vulkanischen Sedimente, deren Absatz unter Wasser stattgefunden hat. Ihre Spuren finden sich nicht mehr in den subaëren Tuffen, und es scheint, als ob die fortgesetzte Durchwässerung jener der energischen Einwirkung der Exhalationen besonders förderlich gewesen wäre.

d) Der Tufflöss.

Noch mehr als auf Salina spielen auf Lipari die braunen lössähnlichen Tuffe eine bedeutende Rolle. Sie sind so sehr verbreitet, dass man sie in allen Höhen, nahe dem Meere und auf dem Gipfel des Monte St. Angelo, überall, wo sie nicht durch die jungen Bimssteine bedeckt worden sind, antrifft. Wie die älteren Bimssteine, an deren Vorkommen sie innig geknüpft sind, so schmiegen auch sie sich eng der Oberfläche der heutigen Insel an und beweisen damit, dass sich die Oberflächenformen Liparis seit dem grossen Ausbruch des Monte Pelato hauptsächlich durch diesen letzten, weniger aber infolge von Erosion geändert haben.

Die Farbe dieser Tuffe ist gewöhnlich gelb- bis kastanienbraun und wird bedingt durch einen grossen Gehalt an Eisenhydroxyd. Durch Salzsäure kann man das letztere leicht ausziehen, und die Tuffe nehmen dann eine grauschwarze Farbe an, ähnlich derjenigen der ältesten unzersetzten Tuffe. Beim Glühen werden sie schwarz und geben viel Wasser ab. Sie sind sandig, zerreiblich und enthalten die Hauptelemente eines Andesits, nämlich Pyroxen, Plagioklas und Eisenerze. Sie sind undeutlich oder gar nicht geschichtet, massig. Am bedeutendsten ist ihre Mächtigkeit auf dem Bergrücken, der sich vom Monte Rosa hinaufzieht gegen S. Margherita, sie mag wohl 20 m betragen; desgleichen bilden sie mächtige Massen am Piano Conte, am Piano Greco, in der Regione Diana und bei Canneto. Wo sie auftreten, bedingen sie eine grosse Fruchtbarkeit; sie sind der vorzügliche Boden der reichen Thalmuschel von Lipari.

Im Liegenden gehen die Tufflösse über in die unteren Bimssteine. Diese letzteren enthalten stellenweise, wie z. B. an der Kirche von St. Annunziata und in der Contrada Capparo, bis zu 2 m dicke, dunkelbraune Lagen von Tuffen, welche den Tufflössen sehr ähnlich, nur grobsandiger sind und kohlige Pflanzenreste führen; andererseits enthalten die Tufflösse wiederum vereinzelte Bimssteinbrocken des unteren Horizonts. Man könnte daher glauben, die braunen massigen Tuffe seien nichts anderes als die Aschen, welche am Schlusse jener ersten Bimssteineruption gefördert wurden. Dem widerspricht aber zunächst ihre mineralogische Zusammensetzung, welche derjenigen der alten Tuffe ähnlich ist. Ausserdem finden sich nirgends Anzeichen, welche, wie bei den unteren Bimssteintuffen, für eine

Ablagerung unter Wasser sprächen. Schon Spallanzani[1]) macht auf die verkohlten Pflanzenreste aufmerksam, welche sich in den braunen Massen vorfinden, und ich möchte erinnern an den Kohlengehalt der braunen Tuffe von Panaria und die Pflanzenreste in denjenigen von Salina, die denen von Lipari ganz gleich sind. Nur nebenbei, da weniger wichtig, sei bemerkt, dass man in letzteren unter dem Mikroskop reichliche vegetabilische Reste und schon mit freiem Auge Wurzelröhrchen bemerkt. Stellenweise erkennt man ganz unzweifelhaft, dass die Bildung dieser merkwürdigen Tuffe langsam vor sich gegangen sein muss. Denn wo sie, wie z. B. am Monte Giardina oder am Monte Chirica am Fusse von Felsen auftreten, sind sie erfüllt von eckigem Gesteinsschutt, dessen Bindemittel sie sozusagen bilden. Dagegen sind sowohl die darunterliegenden wie die darüber ruhenden Bimssteine frei von solchem. Es gibt dafür keine andere Erklärung, als dass eine sehr langsame Anhäufung des braunen Tuffs stattfand, in den die von Zeit zu Zeit abstürzenden Gesteinsbrocken eingebettet wurden. Da er sich aber in Salina wie auf Lipari auf den höchsten Punkten vorfindet, kann er auch durch fliessende Wässer nicht angeschwemmt worden sein, und es bleibt nur die eine Erklärung übrig, dass es sich hier um angewehte, durch Aufbereitung vorher existierender, trockener Tuffe entstandene Massen handle. Nachdem das Meer begonnen hatte, sich zurückzuziehen, mag sich auf dem trocken gelegten Land eine reiche, dichte Vegetation angesiedelt haben. Zur Zeit grosser Trockenheit führten die Winde die Verwitterungsprodukte von Laven und Tuffstaub mit sich und setzten ihn teilweise wieder in dem Geäste der Pflanzen ab, das gleichsam einen sehr wirksamen Staubfänger darstellte und verhinderte, dass der einmal gefallene Sand wieder weitergeweht wurde. So mögen im Laufe langer Zeiten jene mächtigen sandigen Aufschüttungen entstanden sein, die ihrerseits wieder langsam verwitterten und dabei die rostbraune Färbung annahmen. Als eine Stütze für diese Erklärung mag die Beobachtung gelten, dass die Lösstuffe den vegetationslosen Strichen der Westküste fast fehlen. Ich glaube mit Bestimmtheit, dass es sich hier, wie auf Panaria, auf Salina, auf Filicudi, Vulcano und in geringem Masse vielleicht auch auf Alicudi, um die gleiche Erscheinung handelt, mit der bekanntlich v. Richthofen die Entstehung der gewaltigen Lössgebiete Chinas erklärte.

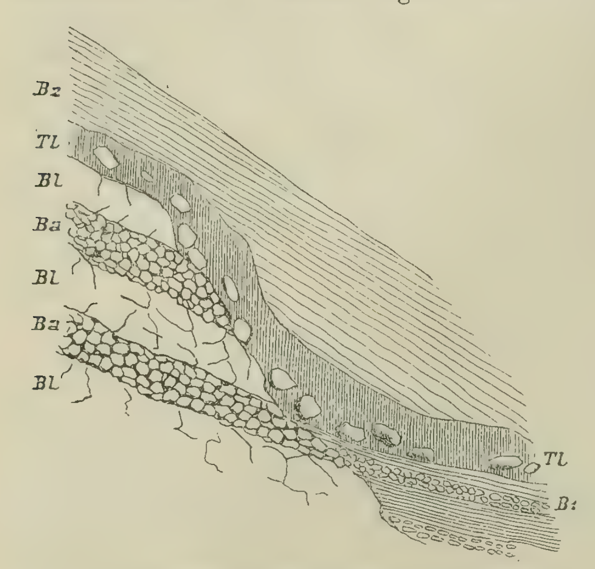


Fig. 19. Am Abhang des Monte Chirica in der Fossa bianca. Bl Basaltandesitlava (je ca. 2 m), Ba Agglomeratbänke, B1 unterer Bimssteintuff, Tl Tufflöss, Gehängeschutt umschliessend, B2 junger Bimsstein des Monte Pelato.

[1]) 1793, III, S. 22.

Die Winderosion hat in der That auf den äolischen Inseln die deutlichsten Spuren hinterlassen und im festen Gestein z. B. auf Stromboli und Vulcano Erscheinungen erzeugt, auf die ich später noch zurückkommen werde.[1])

Stellenweise finden sich Sedimente, welche ganz dem Tufflöss gleichen, nur etwas dunkler gefärbt und mit Splittern von Obsidian und Bimsstein erfüllt sind. Solche, offenbar an Humus reiche Alluvionen, die nur durch eine Zusammenschwemmung von Tufflöss und Teilen der jungen Bimssteine entstanden sind, finden sich u. a. in der Fossa bianca, wo sie die letzteren überlagern und, wohl infolge Abrutschungen von den Bergflanken her, auch von ihnen bedeckt werden; es gewinnt daher dort den trügerischen Anschein, als habe sich die Bimssteineruption des Monte Pelato in zwei, von einander weit entlegenen Phasen abgespielt. Derartig verlagerter Tufflöss bildet auch die oberste Tuffdecke im Krater des Monte St. Angelo.

e) Die Auswürflinge der Forgia vecchia.

Diese besitzen nur eine ganz beschränkte Bedeutung und sind früher bereits charakterisiert worden (S. 111).

f) Die jungen Bimssteine des Monte Pelato.

Eine Besprechung dieser jüngsten Tuffbildungen kann sich kurz fassen, da sich dem, was über den liparischen Bimsstein bereits allgemein bekannt ist, nur wenig nachtragen liesse, und da ausserdem ihre Herkunft und die Thatsache, dass sie bereits auf trockenem Boden zur Aufschüttung gelangten, keinem Zweifel unterliegt. Die jungen liparitischen Auswürflinge sind frei von allen Mineralausscheidungen und bestehen aus reinem Glas in Form von verschiedenem, bald mehr, bald weniger feinschaumigem, manchmal in Obsidian übergehendem Bimsstein, oder von reinem schwarzen Obsidian oder grauer Emaile. Die bei den Obsidianströmen so sehr häufige sphärolithische Erstarrung findet sich sonst nur an den Lavascherben der inneren Kraterumwallung der Rocche rosse, sie fehlt dagegen den vor dem Lavaerguss ausgeworfenen Massen ganz.

Die Mächtigkeit der jungen Bimssteine ist eine wechselnde; am bedeutendsten ist sie jedenfalls an der westlichen und östlichen Kraterwand des Monte Pelato und im Cannetello und mag hier gegen 200 m betragen. Im übrigen ist man anfangs geneigt, sich von ihrer Masse eine übertriebene Vorstellung zu bilden, wenn man die grosse, von ihnen bedeckte Fläche und die nicht unbeträchtlichen, scheinbar aus Bimsstein bestehenden Höhen des Monte Chirica und Monte Pelato betrachtet. Beim Abstieg von Sangue Rosso nach Acqua calda aber sieht man in den tief eingerissenen Thälern, dass die Hauptmasse der Chirica aus den Laven und Auswürflingen dieses Vulkans besteht, dass darüber nicht unbedeutende Massen von Tufflöss folgen und nur als äusserste Hülle die Bimssteine aufgelagert sind. (Siehe Fig. 13, S. 93).

Die reinschaumigen Auswürflinge haben selten die charakteristische kantige Gestalt, welche sonst gern die vulkanischen Bomben saurer Natur auszeichnet; auch nahm ich niemals an ihnen eine äussere dichte Rinde wahr. Oefter sieht man an den obsidianischen Auswürflingen mehr oder weniger ebene Umgrenzungsflächen, die rauh sind durch Vertiefungen, welche durch das Ausspringen kleiner Splitter entstanden sind. Meistens sind es

[1]) Siehe die „Zusammenfassung".

nur Stücke geborstener glasiger Bomben, welche zwischen den Bimssteinmassen zerstreut liegen und das Auge durch ihr Schwarz und den frischen Glanz der muscheligen Bruchflächen erfreuen. Stellenweise, wie z. B. in der Contrada Lame, am Wege von der Fossa bianca nach Canneto, finden sich aber auch wohlerhaltene, schön gekielte Bomben, die nicht unbeträchtliche Grösse erreichen und lebhaft an die eigentümlichen Auswürflinge des jungen Vulcano-Kraters erinnern; vereinzelt trifft man auch Bomben an, welche äusserlich aus reinem, dichtem Obsidian bestehen und nach innen zu in den vollkommensten Bimsstein übergehen, — ein trefflicher Beweis für die völlige genetische Zusammengehörigkeit der dichten und schaumigen Auswürflinge. Schon Theophrast (ein Schüler des Aristoteles) kannte den liparischen Obsidian, den *Λιπαραῖος λίθος*, und dessen merkwürdiges Verhalten beim Glühen. Er sagt in seiner Abhandlung de lapidibus[1]): „Der liparische Stein aber wird durch das Brennen ganz löcherig und bimssteinartig. Er verändert auf einmal Farbe und Dichte. Denn ehe er angebrannt wird, ist er schwarz, gleich und dicht. Er wächst in dem Bimsstein hin und wieder ganz abgesondert wie in einer Zelle und steckt nicht fest."

Die Bimssteinindustrie von Lipari. — Bekanntlich ist Lipari der Herkunftsort für die weitaus grösste Menge des auf der Erde verbrauchten Bimssteins. Seine Gewinnung kommt nicht nur der Gemeindekasse zu gute, in die alljährlich beträchtliche von den Händlern zu zahlende Abgaben fliessen, sondern sie verbessert auch die Lage der im übrigen recht armen Bevölkerung des nordöstlichen Gebietes. Nicht aller Bimsstein ist technisch verwertbar, zum weitaus grössten Teil ist er wertlos, und die Menge des guten Materials ist eine immerhin so bemessene, dass man demselben auf dem Wege unterirdischer Gewinnung nachgehen muss. Aehnlich wie in den Schwefeldistrikten Siciliens gräbt man dazu geneigte Schächte, hoch und breit genug, um einen Menschen samt seiner Last hindurchzulassen, und arbeitet sich dann in Stolln weiter. Von einer Zimmerung oder sonstigen Vorkehrungen für die Sicherheit des Arbeiters ist keine Rede, und mehr als einmal brechen die lockeren Tuffmassen über den armen Leuten zusammen, für die es dann kein Entrinnen gibt; man lässt den Toten in seinem Grabe und begnügt sich, mit einem Kreuze die Stelle zu bezeichnen, wo er so elend umgekommen ist.

Ein Schacht, den ich besuchte, führte auf Stufen in eine Tiefe von etwa 40 m und war 60 m lang. Ueber die besondere Lagerung der verwendbaren Bimssteine habe ich nichts Genaueres erfahren; es ist aber wahrscheinlich, dass sich die verschiedenen Strukturvarietäten, entsprechend der ausgesprochenen Schichtung des Tuffs nach feinerem und dichteren Material, in Lagen beisammen finden. Der Preis für den Bimsstein ist je nach seiner Güte ein ausserordentlich verschiedener. Als gemeinste Sorte nannte man mir die „Pezzame", wovon der Meterzentner mit 2—3 Lire bezahlt wird; eine andere Sorte ist die „Corrente", die mit 3—4 Lire, eine noch bessere die „Pomice naturale grossa", die mit 13 Lire für 100 kg verkauft wird. Die feinsten, sehr seltenen Qualitäten aber, der „Fiore", erzielen Preise bis zu 150—250, ja sogar von 300 Lire für das gleiche Gewicht. Andere feine Sorten werden mit 20—40 Lire bezahlt; der Durchschnittspreis beträgt um 14 Lire für 100 kg.

Die Gruben liegen vorzugsweise am Nordabhange des Monte Chirica und in der Umgebung der Rocche rosse, am Monte Pelato oberhalb Porticello und in der Fossa bianca. Sieht man von der See her nach den weissen Höhen, so erscheinen sie stellenweise durch-

[1]) Uebersetzung von Albr. Heinr. Baumgartner, Nürnberg 1770, S. 79.

löchert wie ein Schwamm, so nahe liegen die Schachtöffnungen neben einander. Es sind armselige, bemitleidenswerte Gestalten, welche die schwer beladenen Körbe auf der Schulter keuchend auf äusserst beschwerlichem und oft recht gefährlichem Wege nach Canneto schleppen, um dort die Magazine der Grosshändler zu füllen. Die Leute arbeiten auf eigene Faust und verkaufen ihren Ertrag an die letzteren, wobei sie in günstigen Fällen im Tag zehn Lire verdienen sollen.

In Canneto werden die Bimssteine nach der Qualität sortirt und in grossen Lagerhäusern zum Export bereit gehalten. Ich sah dort Stücke, welche, wiewohl zugehauen, noch immer 80 cm lang und 30 cm hoch und breit waren. Nach Aussage des Herrn Chamecin, der auf Lipari seit Jahren ein Bimssteingeschäft inne hat, kommen Stücke von fast 3 cbm vor, solche von einem Cubikmeter sind nicht selten. Herrn Chamecin verdanke ich weiter folgende Einzelheiten über die Bimsstein-Industrie auf Lipari. Es stehen auf der Insel gegenwärtig ungefähr 120 Bimssteingruben in Betrieb, von denen zwei Drittel der Gemeinde und nur ein Drittel Privaten gehören, welche die umliegenden Weingärten bestellen. Insgesamt arbeiten darin gegen 1200 Personen, die jährlich 6000 Tonnen Bimsstein im Werte von einer Million Lire fördern.

Vor einigen Jahren hatte ein Konsortium von Spekulanten eine Aktiengesellschaft „Eolia“ gegründet, welche in der unsinnigsten Weise wirtschaftete und in zwei Jahren mehr Bimsstein förderte, als in fünf Jahren zu verkaufen war. Im ersten Jahre zahlte man 45 % Dividende und hatte dabei der Gemeinde eine Abgabe von 120 000 Lire jährlich zugestanden. Aber schon ein Jahr, nachdem man sämtliche Aktien verkauft hatte, — ihr Preis war auf 405 gestiegen — stellte man den Betrieb ein, und die Gesellschaft fallierte.

Schon vor Konstituierung der „Eolia“ hatte die Gemeinde eine jährliche Abgabe von 80—100 000 Lire erhoben; diese ist aber in Folge verschiedener Reclamationen gegenwärtig auf 25 000 Lire gesunken. Die Produzenten zahlen für je 100 kg zwei Lire Steuer.

Der Export geschieht durch ungefähr zehn Firmen. Bei der ausgedehnten Verwendung des gepulverten Bimssteins, der bis dahin nur in Livorno erzeugt wurde, sind die vor fünf Jahren errichteten Bimssteinmühlen (je zwei in Lipari und Canneto) als eine wichtige Neuerung anzusehen. Ihr Produkt, das aus Abfällen gewonnen wird, bezahlt sich mit fünf Lire für 100 kg.

Der gefährliche Bergbau soll jährlich seine 2—3 Opfer fordern.[1])

Als der Ausbruch des Monte Pelato statthatte, war der Fuss des Berges noch bis zu geringer Höhe in das Meer getaucht. Deshalb finden sich auch an der Nordküste quartäre submarine Bimssteintuffe.

g) Die Scherbenlapilli der Rocche rosse

sind mit diesen besprochen worden.

Auch auf Lipari hat das Meer insbesondere an der Westküste Terrassen gebildet, die ganz an ähnliche Bildungen auf Panaria und Salina erinnern. Ich sah eine solche Strandterrasse an der Spiaggia dell' Acqua in einer Höhe von etwa 20 m über dem Meere und

---

[1]) Ueber die jüngste Geschichte der Bimsstein-Gewinnung giebt auch Erzherzog Ludwig Salvator (Allg. Teil, S. 137—138) Daten.

beobachtete dort auch Geröllmassen über der Abrasionsfläche, ganz entsprechend den auf jenen Inseln gemachten Wahrnehmungen. Nach Cortese[1]) zieht sich um die ganze Westküste eine Folge von solchen Terrassen, zwei über einander an der Valle dei Lacci und der Cala Fico, drei am Palmeto und vier am Quattro Pani; die letzteren sollen bis zu 120 und 200 m aufwärts reichen. Wegen der schlechten See war es mir nicht möglich, die Nordwestküste von der Barke aus zu untersuchen; sehr scharf ausgeprägt aber ist die mehrfache Terrassierung an den genannten Stellen kaum.

Von dem Mazzacaruso aus erblickt man an der Punta Palmeto einen lichten Fleck von sehr geringem Durchmesser, der durch seine gelbliche Farbe lebhaft von der übrigen düsteren Umgebung absticht. Ich fand dort einen niedrigen Hügel, über dessen Zusammensetzung ich leider an Ort und Stelle keine Aufzeichnungen gemacht habe; ich ging indessen mit dem Eindrucke, dass es sich hier um eine künstliche Aufschüttung handle, deren Material sonst der Insel fremd sei. Versteinerungen habe ich darin nicht gefunden. Der Gedanke an einen künstlichen Hügel befestigte sich in mir umsomehr, als ich gleich daneben die Ruine eines älteren, sehr massiven Baues sah, dessen Bauart ganz von derjenigen der liparischen Bauernhäuser abweicht. Vielleicht hat seine Errichtung mit den früher sehr lebhaft besuchten heissen Quellen in jener Gegend im Zusammenhang gestanden. Das schlechte Wetter an jenem Dezembertage und vor allem auch meine damals durch Strapazen angegriffene Gesundheit tragen die Schuld, dass ich mich der Untersuchung jenes Platzes nur wenig widmete. Mercalli lernte von der Punta Palmeto die einzigen tierischen Versteinerungen kennen, welche man bisher auf den äolischen Inseln gefunden hat. Es waren Schalen von Turbo rugosus, Triton corrugatum, Stückchen von Pecten und Korallen. Cortese[2]) sammelte später

Vermetus intortus Lmk.,
Lithodomus lithophagus Lmk.,
Retepora cellulosa Lin.,
Pecten opercularis Lin. sp.,
Chama gryphina Lmk.,

und sieht in dem Gestein das Analagon zu den weisslichen Kalken, welche am Cap Milazzo, gegenüber Vulcano auf Sicilien, die Trümmer von Schiefer, Gneiss und Granit verkitten.

Herrn F. Trajna und meinem braven Führer Bartolo Nicotero in Lipari verdanke ich die Zusendung einer grösseren Menge des fossilführenden Gesteins vom Palmeto. Es ist ein rötlicher Kalk, der nach Auflösung in Salzsäure reichliche Mengen vulkanischen Sandes hinterlässt. Im Dünnschliff erkennt man Durchschnitte von Foraminiferen.

Das Bemerkenswerteste über die Alluvionen wurde bereits S. 133 mitgeteilt.

Auf dem Piano Conte trifft man sehr häufig Topfscherben und bearbeitete Obsidiansplitter an, auch wohlerhaltene Altertümer sind von dort und insbesondere aus der Contrada Diana, wo noch jetzt antike Gräber aufgedeckt werden, bekannt geworden. Hier ist wohl der Platz, um noch einmal an die weite Verbreitung jener Obsidiansplitter über fast den ganzen Archipel zu erinnern und beizufügen, dass sich solche auch auf Sicilien vielfach bei Ausgrabungen prähistorischer Reste vorgefunden haben. Im geologischen Museum zu Palermo sah ich solche zum Teil sphärolitische Schaber, welche auf Sicilien noch 7 m unter der Oberfläche gefunden waren, und auch das Museo Nazionale dortselbst bewahrt

[1]) 1892, S. 33 f. [2]) 1892, S. 34.

dergleichen unter allerlei prähistorischen Funden auf. Foerstner[1]) sammelte einen solchen bearbeiteten Obsidianscherben sogar in den jüngsten, basaltischen Auswürflingen der Insel Pantelleria. Alles deutet darauf hin, dass schon in frühester Vorzeit mit dem Obsidian von Lipari, denn dieser kann hier wohl allein in Betracht kommen, ebenso wie anderswo mit dem Feuerstein und Nephrit ein lebhafter Handel getrieben wurde. Auch auf Santorin hat Fouqué[2]) 5—6 cm lange, 1 cm breite Obsidianmesserchen gefunden, die gleichfalls offenbar eingeschleppt waren.

Ich will nun versuchen, im Nachstehenden die Aufeinanderfolge der Ereignisse zu skizzieren, welchen Lipari seine jetzige Gestalt verdankt.

Land.	Meer.
Bildung der Vulkangruppe, als deren Reste die Timponi erhalten sind.	
	Steigen des Meeresspiegels, Zerstörung der Vulkane durch das Meer.
Ablagerung der ältesten Tuffe, basaltische Ströme an der Punta le Grotticelle. Anfang der Thätigkeit des Monte St. Angelo oder eines Vorläufers desselben.	
Thätigkeit des Monte Rosa, Monte Chirica, Mazzacaruso.	Meeresspiegel mindestens 300—400 m über dem heutigen Niveau.
Weitere basaltische Ströme im Westen. Wechsel von Tuff- und Lavenbildung am Monte St. Angelo.	Absatz submariner Tuffe, Einschwemmung von Pflanzen. Die Timponi bilden eine Barre vor dem Monte St. Angelo.
Eruption der Andesite von Quattrocchi.	
Lange Pause.	Erosionen am Ufer, teilweise Wegschwemmung der Tuffe. Bildung des westlichen Steilrandes.
Die Cordieritlava entströmt der Contrada Varesana.	
Lipariteruptionen im Süden und etwa gleichzeitige Förderung der unteren Bimssteine.	
	Seichte See über dem mittleren Teil der Insel. Strandbildungen; aus höheren Lagerstätten gelangen Gerölle in die letzteren, welche aus den unteren Bimssteinen bestehen.
	Andauerndes Sinken des Meeres.
Bildung des Tufflösses auf dem Trockenen.	Entstehung der Strandterrassen im Nordwesten.
Erste Obsidianeruptionen des Monte Pelato und der Forgia vecchia.	Meeresspiegel nur wenig über dem heutigen Stand. Fortdauerndes Zurücktreten des Meeres.
Bimssteineruption des Monte Pelato.	
Zweite Obsidianeruption des Monte Pelato und der Forgia vecchia.	
Ablagerung von Alluvionen bis in die Jetztzeit.	

[1]) Boll. R. Com. geol. d'Ital. 1881. Sp.-Abdr. S. 28.
[2]) Santorin, 1879, S. 105.

Die letzten endogenen Aeusserungen auf Lipari. — Die letzten Zeugen vulkanischer Thätigkeit sind auf Lipari erhalten in heissen Quellen, Solfataren und Fumarolen, über die bereits verschiedene Mitteilungen vorliegen.[1])

Warme Quellen sind auf der Insel weit verbreitet. Nach Cortese[2]) befindet sich eine solche bei Acqua calda, die übrigens intermittierend sein muss, da sie weder Hoffmann fand, noch zu seiner Zeit überhaupt jemand von derselben etwas wusste.[3]) Am Monte Pelato, 400 m über dem Meere, fand Cortese eine andere recht unbedeutende; ferner giebt es solche am Monte Rosa beim Bagnicello, wo man damit das Meerwasser für Bäder erwärmt, ganz so wie an der Nordküste von Salina. Warme Wässer entspringen auch an der Lanterna und an den Fontanelle (mit 28° nach Cortese), und aus den Pietre di Fuardo ergiesst sich ein Wasserlauf mit einigermassen trinkbarem Wasser, das eisenhaltig ist und jedenfalls auch nur eine gekühlte Therme darstellt.

Die beiden bedeutendsten Thermen sind diejenigen von S. Calogero und Bagno secco. Mit ersterem Namen bezeichnet das Volk eigentlich die hauptsächlichsten Fumarolen der Insel, die „stufe" am Timpone Potasso; er wurde aber auch auf die heissen Quellen übertragen, welche südlich des Mazzacaruso entspringen und bei denen 1870 ein Badegebäude (ca. 140 m) errichtet worden ist. Die Umgebung des recht stattlichen Hauses ist eine der ödesten auf der ganzen Insel; ringsum sieht man nur fast vegetationslose Höhen von bunten Tuffen oder kahle Laven. Im Innern schien mir das „Etablissement" recht verkommen zu sein; mit Stolz aber zeigte man mir ein paar erbärmliche, verfallende Hütten, welche der Wohlthätigkeitssinn der Gemeinde den ärmeren Patienten einmal erbaut hatte. Die heisse Quelle entspringt dem durch seine grossen Einsprenglinge ausgezeichneten, schon früher erwähnten Gestein, welches sie stark verändert hat. Ueber den Ausfluss ist ein steinernes Gewölbe mit Sitzbänken erbaut, welches als Schwitzbad zu dienen hat; von dort gelangt dann das Wasser in das „Kurhaus". Ueber die Temperatur der Quelle liegen mehrfache, augenscheinlich ungleichwertige Angaben vor; mir scheint sie seit Jahren immer ziemlich die gleiche von ungefähr 60° C. gewesen zu sein. Sie war z. B.:

1832 (Hoffmann) 61° C.
1882 (Cortese) 62° C.
1894 (Bergeat) 60,5° C.
1898 (Bergeat) 59° C.

In der Umgebung der Quelle und ihres Abflusses hat reichliche Sinterbildung stattgefunden. Es sind schneeweisse, radialfaserige Massen, die sich unter Aufbrausen in Salzsäure nur teilweise lösen, während gallertige Kieselsäure zurückbleibt. Letztere bildet konzentrische Schalen, die an Stücke einer Zwiebel erinnern; in dem zerriebenen Materiale erkennt man unter dem Mikroskop grosse Mengen von sehr stark doppelbrechenden Nadeln mit gerader Auslöschung, das Calciumcarbonat, welches sicherlich als Aragonit aufzufassen ist. Letzteres Mineral tritt auch sonst nicht selten in Drusen zersetzter Laven besonders an den Fontanelle auf.

---

[1]) Cortese 1892 und Erzherzog Ludwig Salvator VIII, S. 5—6. [2]) 1892, S. 36,. [3]) 1832, S. 52.

Nach einer Analyse[1]) von Prof. G. Arrosto und F. Rodriguez in Messina enthalten 1000 Teile des Mineralwassers von St. Calogero

CO_2	=	0,2758
O	=	0,0037
N	=	0,0126
SO_3	=	1,8842
SiO_2	=	0,0082
Cl	=	3,8630
CaO	=	0,5286
MgO	=	0,3219
K_2O	=	0,1092
Na_2O	=	2,7629
Etwas Fe_2O_3, Al_2O_3		
Spuren organischer Substanz		
		9,7701

Das Bad wird gebraucht von solchen, die an Gicht, Rheumatismus, Skrophulose und tertiärer Syphilis leiden und die auch anderwärts in Sicilien bei ihrem Patron, dem heiligen Calogero, Hilfe suchen.

Eine andere, noch stärkere Quelle bricht unter einer Andesitbank des Monte St. Angelo beim Bagno secco, etwas östlich des Timpone Potasso am Fusse der pflanzenführenden Tuffe, hervor und sendet ihr klares Wasser hinab in die Spiaggia dell' Acqua. Ihre Temperatur soll nach Vilanova (1854) 67° C. betragen haben; Hoppe-Seyler (um 1875), Cortese (1882), Silvestri (1889) und ich (1894) fanden dagegen die recht gut übereinstimmenden Werte bezw. 59,8°, 61°, 59°, 60,5°. Das Wasser dieser Thermen ist geruchlos und offenbar arm an gelösten Stoffen, denn abgekühlt ist es als Trinkwasser verwendbar. Etwas unterhalb des Austritts der Quelle ist das Bachbett erfüllt von tiefgrünen Algen (Chlorophyceen); Hoppe-Seyler[2]) bestimmte die Temperatur, bis zu welcher sie in dem heissen Wasser zu gedeihen vermögen, zu 53°. Früher hat der Bach, wie Ferrara[3]) und Hoffmann[4]) mitteilen, Mühlen getrieben und der Name jener Gegend, Palmeto, und der nahen Punta Palmeto sind vielleicht darauf zurückzuführen.[5])

Auf die intensive Fumarolenthätigkeit in früheren Zeiten und die dadurch verursachten Veränderungen von Tuffen und Laven ist schon vorher wiederholt hingewiesen worden. Auch der Schwefel- und Opalbildung an Stellen, wo jetzt keine Solfataren und Fumarolen mehr zu erkennen sind, wurde schon Erwähnung gethan. Ueberblickt man die Verbreitung der erloschenen und thätigen Fumarolen und der heissen Quellen, so zeigt sich, dass dieselben in dem mittleren und nördlichen Teil der Insel an keinen bestimmten Vulkan gebunden zu sein scheinen. Der südliche Teil, der doch dem thätigen Vulcano so nahe gelegen ist, lässt anscheinend keine Spuren solcher mehr wahrnehmen.

---

[1]) Nach einem kleinen, 1879 zu Messina erschienenen Schriftchen: Notizie sulle acque termali e sulla grotta o stufa di S. Calogero in Lipari.

[2]) Pflüg. Arch. 1875, XI, S. 118. [3]) 1810, S. 209, Karte S. 206. [4]) 1832, S. 32.

[5]) Palmeto heisst eigentlich der Palmenhain. Da aber niemals in der Oede von Bagno secco Palmen bestanden haben können, so glaube ich, dass das Wort corrumpiert ist aus „palmento“, was „Mühle“ bedeutet.

Von Gasausströmungen sind mir auf der Insel nur wenige bekannt geworden. Nahe Lipari tritt in der Contrada Diana nächst der Via S. Lionardo, die von der Stadt nach St. Annunziata führt, eine schwache Fumarole am Buon Camino in Cordieritgestein auf, das mit Kieselsinter überzogen ist. Zur Zeit des letzten grossen Vulcano-Ausbruches (1888—1890) soll sie bedeutend lebhafter gewesen sein. Eine zweite liegt am Westrand des Piano greco links vom Wege, der von der Chiesa St. Croce nach dem Monte Giardina führt. Aus dem durchfeuchteten Boden dringen schwache Dämpfe, welche die silberne Uhrkette auch nach längerer Zeit nicht schwärzten. Nach Silvestri[1]) bestehen dieselben aus Kohlensäure und Luft und stellen also eine einfache Mofette dar:

CO_2	=	83,15
N	=	13,32
O	=	3,53
		100,00

Die bekanntesten und wohl beständigsten Fumarolen auf Lipari sind diejenigen von Bagno secco, auch Stufe di S. Calogero genannt, *60 m über den dortigen Thermen gelegen. Sie werden schon von Kircher,[2]) Dolomieu[3]) und Spallanzani[4]) erwähnt; den Ort, wo sie liegen, bezeichnet Ferrara als „Fossa del Diavolo". Die zeitweise nicht unbedeutenden Dampfausströmungen wurden sicherlich schon im Altertum ebenso wie die heissen Quellen zu Heilzwecken benutzt. Zu Dolomieus Zeiten waren sie nur von Calabriern und Siciliern besucht, die sich mit wenigen „infamen" Behausungen begnügen mussten. Spallanzani beschreibt etwas spöttisch die Höhlen, in denen die Kranken ihre Gebreste zu kurieren suchten, und „die denen der Bärengruben ähnlicher sind, als menschlichen Wohnungen, und von der Kunst weit weniger verraten, als die Gebäude der Biber. Jede Höhle hat unten eine Oeffnung, durch welche die warmen und feuchten Dünste eindringen, und eine andere oben, wo sie wieder herausgehen". Er meint, wenn die Dämpfe auch wirklich heilkräftig wären, so wären doch die Aufenthaltsbedingungen so schlechte, dass schon dadurch die ganze Wirkung aufgehoben würde. Die Temperatur in diesen Schwitzbädern mass $48^2/_3{}^0$ (R. ?); man vermochte es aber schon wegen der schwefeligen Dämpfe nicht lange darin auszuhalten.

Rings um die Fumarolen ist das Gestein vollkommen zersetzt zu weissen, gelblichen oder rotgefärbten Massen, zwischen denen da und dort die Dämpfe hervorblasen und etwas Schwefel absetzen. Die Temperatur fand Silvestri schon in geringer Tiefe zu 80—90°; die Erregung des Vulcano (1888) hatte auch auf die Lebhaftigkeit dieser Exhalationen einen Einfluss geübt, so dass die Fumarolen zahlreicher und bedeutender waren als sonst.

Das ausströmende Gas hatte folgende Zusammensetzung:

CO_2	=	95,44
CH_4	=	2,54
H	=	1,97
H_2S	=	0,05
		100,00

Silvestri vergleicht die Fumarolen von Bagno secco mit den Salsen.

[1]) 1889, S. 235. [2]) 1665, I, S. 269. [3]) 1783, S. 53. [4]) 1793, III, S. 41.

Ueber ihre Zunahme zur Zeit des letzten Vulcano-Ausbruches berichtet auch Cortese; sie sollen damals auch Borsäure abgesetzt haben. Seit 1890 sind sie wieder sehr geschwunden. Grub man den Boden auf, so kochte in der Oeffnung ein grauer Schlamm, und nur aus 5—6 Oeffnungen quoll zur Zeit meines Besuches schwacher Dampf hervor.

Ueber die heilsamen Quellen und Dampfausströmungen berichten schon Strabo und Diodorus. Besonders der letztere[1]) rühmt den Wohlstand der Insel, der besonders in seinen Thermen und dem Vorkommen von Alaun begründet sei. Die Bäder seien nicht nur von grosser Heilkraft, sondern wegen der Besonderheit ihres Wassers böten sie auch grossen Genuss. Aus Sicilien kämen viele Leute herüber, die von eigenartigen Krankheiten geplagt würden und fänden in den Waschungen, rascher als man erwarten sollte, die frühere Gesundheit wieder. Aus der Gewinnung des Alauns verschafften sich die Liparoten und Römer grosse Einnahmen. Denn da es sonst auf der Erde nur zu Milos Alaun gäbe und der Verbrauch doch ein so grosser sei, so hätten die Liparoten ein Monopol darauf, könnten die Preise wie sie wollten in die Höhe drücken und nähmen auf diese Weise unglaublich viel Geld ein. Offenbar liegt da eine Verwechselung mit dem Alaunvorkommen von Vulcano vor; noch heute wird die Bewirtschaftung dieser im allgemeinen öden und sehr wenig bevölkerten Insel meistenteils durch die Liparoten betrieben, welche auch noch bis in dieses Jahrhundert zeitweise die vulkanischen Produkte Vulcanos ausgebeutet haben. So wird es auch im Altertum gewesen sein. Einem ähnlichen Irrtum ist Cossa[2]) verfallen, der von einem alten Alaunvorkommen an der Perrera berichtet. Nach Herrn Chamecin, der seit vielen Jahren auf Lipari wohnt, hat dergleichen nicht existiert. Auch das, was von alten Schriftstellern[3]) über vulkanische Aeusserungen auf der Insel berichtet worden ist, kann sich nur auf das benachbarte Vulcano beziehen; denn in historischer Zeit hat kein Ausbruch mehr auf Lipari stattgefunden, und der Ursprung auch der Lava von Rocche rosse reicht trotz ihres jungfrischen Aussehens sicherlich noch über die Zeiten der ersten, jedenfalls sehr frühen Besiedelung des schönen Eilandes zurück.

Vielleicht liegt die Erinnerung an den Krater von Vulcano auch der von Clüver citierten Geschichte aus Aristoteles' Schriftchen „Miranda“ zu Grunde: danach gab es auf Lipari ein Grab, in dessen Nähe es nicht geheuer gewesen sein soll, und die Leute glaubten fest, dass sich dort der Lärm von Cymbeln und Pauken, Gelächter und Händeklatschen vernehmen lasse. Infolge dieses Spuks sei einmal ein Betrunkener, der sich dorthin verirrt habe, in einen dreitägigen Schlaf verfallen, aus dem er erst erwachte, als ihn seine Freunde, die ihn wie tot auffanden, gerade begraben wollten. Eine andere Sage erzählt Bordone[4]) 1547: als das unterirdische Feuer auf Lipari noch brannte, hätten die Liparotinnen gelobt, sich das Weintrinken abzugewöhnen, wenn der liebe Gott das Feuer verlöschen liesse. Seitdem giebt es auf Lipari wenigstens keine vulkanischen Ausbrüche mehr.

---

[1]) Biblioth. V, 10. Fr. Vogels Ausgabe, II, 1890, S. 16 f.

[2]) Atti d. R. Acc. dei Lincei (3), II, 1878, S. 124.

[3]) Siehe bei Cluverius S. 404—405. [4]) II, S. XXIV.

V. Vulcano.

Litteratur.

Vor Chr. 471—403. Thucydides, Historiae.

384—322. Aristoteles, Meteorologica ed. Ideler, Leipzig 1834.

Um 300. Callias, de rebus gestis Agathoclis. Fragment im Scholiasten des Apollonius von Rhodos. In Fragmenta Historicorum Graecorum, ed. Müller. Paris 1848.

Um 250. Callimachus, Hymnus ad Dianam. ed. Wilamowitz-Moellendorf, Leipzig 1882.

210—122. Polybius, Historiae. ed. Hultsch, Berlin 1868—72.

Um 30. Diodorus Siculus, Bibliotheca Historica. ed. Vogel, Leipzig 1888—93.

59—17 nach Chr. Livius, ab urbe condita libri.

? 54—24 nach Chr. Strabo, Geographica. Deutsche Uebersetzung von Forbiger, Stuttgart 1856—60.

Nach Chr. 23—79. Cajus Plinius Secundus, Historia naturalis. Deutsch von Wittstein, Leipzig 1881—82.

25—101. Silius Italicus, Punica. ed. Bauer, 1890.

40. Pomponius Mela, De situ orbis. Ausgabe von Meisner, 1738.

Um 120. Pausanias, Periegesis. ed. Schubart, Leipzig 1854.

Cornelius Severus, Aetna. In Jo. Christ. Wernsdorfs Poetae latini minores. Bd. IV. Altenburg 1785.

3. Jahrh. Solinus, Polyhistor. ed. Th. Mommsen, 1895.

Ungefähr 350—400. Claudius Claudianus, Raptus Proserpinae. ed. Jeep, Turin 1875.

4. Jahrh. Julius Obsequens, Prodigia. ed. Jahn, Leipzig 1853.

Um 400. Paulus Orosius, Historiae adversum paganos. ed. Zangemeister, Leipzig 1889.

729. Reisebericht des hl. Willibald. Vitae Willibaldi et Wynnebaldi, auctore Sanctimoniali Heidenheimiensi. Monumenta Germ. hist. Scriptores XV.

1558. Fazello (Fazellus), F. Th., De rebus Siculis decades duae (1558). Zwei weitere Ausgaben von 1574 (Venezia), 1579 (Frankfurt a. M.).

1619. Cluverius, Ph., Sicilia antiqua. Lugduni Batavorum 1619.

1665. Kircher, Ath., Mundus subterraneus. Bd. I. Amsterdam 1665.

1761. Paparcuri, S., Discorso Fisico-matematico sopra la variazione de' venti pronosticata 24 ore prima dalle varie e diverse qualità ed effetti de' fumi di Vulcano. Opuscoli di Autori Siciliani, Palermo 1761.

1764. d'Orville, J. Ph., Sicula. Amsterdam 1764.

1773. Hamilton, Sir William, Beobachtungen über den Vesuv, den Aetna und andere Vulkane in einer Reihe von Briefen an die königl. Grossbr. Gesellsch. der Wissenschaften. Berlin 1773.

1776. — — Campi Phlegraei, observations on the volcanoes of the two Sicilies. Naples 1776.

Brydone, P., A tour through Sicily and Malta. London 1776. Bd. I.

1782. Houel, J., Voyage pittoresque des isles de Sicile, de Malte et de Lipari. Bd. I. Paris 1782.

1783. *Dolomieu, Déodat de, Voyage aux îles de Lipari, fait en 1781. Paris 1783.

1786. Trovatini, G., Analisi dell' acqua del Bagno a Vulcano. Napoli 1786.

1792—97. *Spallanzani, Lazz., Viaggi alle due Sicilie. II. Pavia 1792.

1809. Buch, L. von, Einige Bemerkungen über eine Sammlung aus den liparischen Inseln. Der Gesellschaft naturf. Freunde zu Berlin Magazin. III. 1809. Gesammelte Schriften III. 1877.

1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia. 1810.

1819. Lucas, Extrait d'une lettre de Lucas fils à Arago. Annales de chimie et de physique. XI. 1819.

1824. Hoff, K. E. A. von, Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche. Bd. II. 1824.

Stromeyer, F., Notiz über das auf der Insel Vulcano vorkommende Schwefelselen. Ann. Phys. u. Chemie. (Poggendorf.) II. 1824.

1825. — — Ueber eine neue von ihm in dem Salmiak der Liparischen Insel Vulcano entdeckte natürliche Selen-Verbindung. Gött. Gel. Anz. 1825. I.

Buch, L. von, Physikalische Beschreibung der canarischen Inseln. Berlin 1825. Gesammelte Schriften III. 1877. Letztere Ausgabe enthält die Zusätze zur französischen Uebersetzung durch Boulanger (Paris 1836).

Scrope, G. Poulett, Volcanos. London 1825.

1832. *Hoffmann, Friedr., Ueber die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln. Ann. Phys. u. Chemie. (Poggendorf.) CII. (XXVI.) 1832.

1835. Bylandt-Palstercamp, A. de, Théorie des volcans. Bd. II. Paris 1835.

1838. Hoffmann, Friedr., Hinterlassene Werke. II. Bd. Berlin 1838.

1841. Abich, H., Vulkanische Erscheinungen in Unter- und Mittelitalien. I. Bd. 1841.

1848. Daubeny, Ch., A Description of active and extinct Volcanos etc. London 1848.

1856. Sainte-Claire Deville, Ch., Les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale. Compt. rend. XLIII. 1856.

Seguenza, G., Dell' arsenico nei prodotti vulcanici delle Isole Eolie. Eco Peloritano. Anno III, fasc. 7. Messina 1856.

1857. Bornemann, J. G., Bericht über eine Reise nach Italien. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. X. 1857.

1859. Scrope, G. Poulett, On the mode of formation of volcanic cones and craters. Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. XV. 1859.

1863. De Luca, S., Ricerche analitiche sull' acido borico dell' Isola di Vulcano. Rend. R. Acc. Sienze d. Napoli. II. 1863.

1865. Fuchs, C. W. C., Die vulkanischen Erscheinungen der Erde. 1865.

Fouqué, F., Sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale. Compt. Rend. LXI. 1865.

1872. Scrope, G. Poulett, Volcanos. 2d edition. 1872.

1873. vom Rath, G., Ueber den Schwefel von Vulcano. Pogg. Ann. 1873. Ergzbd. VI.

1874. *Salino, F., Le Isole di Lipari. Boll. Club alp. ital. VIII. 1874.

Silvestri, O., Fenomeni eruttivi dell' isola di Vulcano e Stromboli nel 1874. Boll. vulc. ital. fasc. IX. X. Roma 1874.

Mallet, R., On the mechanism of Stromboli. Proceed. Roy. Society, vol. XXIII. 1874.

vom Rath, G., Briefl. Mitt. über Vulcano. Neues Jahrb. f. Mineral etc. 1874.

Baltzer, A., Ueber die jüngsten Eruptionen auf der Insel Vulcano und ihre Produkte. Vierteljahrsschrift der Schweizer naturf. Ges. XIX. 1874.

1875. *— — Geognostisch-chemische Mitteilungen über die neuesten Eruptionen auf Vulcano und die Produkte derselben. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XXVII. 1875.

vom Rath, G., Ueber eine Tridymit-Eruption auf der Insel Vulcano. Sitzungsber. niederrh. Ges. XXXII. 1875.

— — Die weisse Asche von Vulcano, ausgeworfen am 7. September 1873. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XXVII. 1875.

*Judd, W. J., Contribution to the study of Volcanoes. Geol. Magazine. (2) II. 1875.

1876. Palmieri, L., Intorno ad una recente eruzione nell' isola di Vulcano. Rend. R. Acc. Sc. di Napoli. XV. 1876.

Baltzer, A., Ueber eine eigentümliche Gruppe vulkanischer Asche von Vulcano. Verh. d. Schweiz. naturf. Ges. in Andermatt, 1875. Luzern 1876.

1878. — — Ueber vulkanische Asche von der Insel Vulcano. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. XXX. 1878.

*Cossa, A., Ricerche chimiche su minerali e roccie dell' isola di Vulcano. Allume potassico contenente allumi di Tallio, di Rubidio e Cesio. Atti d. R. Acc. d. Lincei (3) II. 1878. — Gazz. chimica ital. Palermo 1878.

1879. Mercalli, G., Contribuzione alla Geologia delle Isole Lipari. Atti soc. ital. scienze nat. XXII. 1879.

1879. Mercalli, G., Le ultime eruzioni dell' isola Vulcano. Bull. vulc. it. IV. 1879.
1880. Sartorius von Waltershausen, Der Aetna. Herausgegeben von A. von Lasaulx. I. 1880.
Rodwell, G. F., The Lipari Islands. Nature. XXI. 1880.
1881. Mercalli, G., Natura delle eruzioni dello Stromboli ed in generale della attività sismo-vulcanica nelle Eolie. Atti soc. ital. sc. nat. XXIV. 1881.
1882. Cossa, A., Sur la hiératite, nouvelle espèce minéralogique. Compt. Rend. XCIV. 1882.
Toso, P. e Baldacci, L., Notizie sui giacimenti e prodotti minerali dei Monti di Messina e delle isole di Lipari. Ann. d. Agric. Roma 1882.
1883. Mercalli, G., Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia. Milano 1883.
1884. — — Notizie sullo stato attuale dei vulcani attivi italiani. Atti soc. it. sc. nat. XXVII. 1884.
1886. — — La fossa di Vulcano e lo Stromboli dal 1884 al 1886. Ebd. XXIX. 1886.
Scacchi, A., Sabbia eruttata da Vulcano dal dì 11 al 26 gennaio 1886. Boll. mens. osserv. centrale R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri. (2) VI. Turin 1886.
1887. Streng, A., Ueber die geologischen Verhältnisse der Inseln Lipari und Vulcano. XXV. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giessen 1887.
1888. Mercalli, G., L' isola di Vulcano e lo Stromboli dal 1886 al 1888. Atti soc. it. sc. nat. XXXI. 1888.
Chaix, C., The past history of Vulcano. Bull. Americ. geogr. Society. XX. 1888.

Die nachstehenden Schriften handeln von der Eruption der Fossa 1888—1890.

1888. Anderson, J. and Johnston-Lavis, H. J., Notes on the late eruption in the island of Vulcano. Rep. Brit. Ass. 1888. Transact.
Cortese, E., Appunto sull' eruzione dell' isola di Vulcano veduta nel settembre 1888. Boll. R. Com. Geol. d' It. (2) IX. 1888.
Johnston-Lavis, H. J., The Islands of Vulcano and Stromboli. Nature. XXXVIII. 1888.
Silvestri, O., Etna, Sicilia ed isole adiacenti nel 1888 sotto il punto di vista dei fenomeni eruttivi e geodinamici. Atti dell' Acc. Gioen. (4) I. Catania 1888.
*— — Sull' attuale eruzione di Vulcano nelle isole Eolie. Ann. Uff. Cent. d. Meteorol. e Geod. Ital. (2) IX. parte 4. 1887. Roma 1888.
Platania, G., Eruption volcanique à l' île Vulcano. La Nature 1888.
1889. — — Stromboli e Vulcano nel Settembre del 1889. Boll. d. Oss. met. d. R. Istit. naut. d. Riposto. Anno XV. Riposto 1889.
*— — I fenomeni sottomarini durante l' eruzione di Vulcano (Eolie) nel 1888—1889. Atti dell' Acc. d. Sc. di Acireale. Nuova Ser. I. 1889. — Neptunia, Rivista mensile. Venezia 1891. (Auszug.)
Johnston-Lavis, H. J., Further notes on the late eruption at Vulcano Island. Nature. XXXIX. 1888—1889.
Mercalli, G., Le eruzioni dell' isola di Vulcano. Rass. Nazion. Florenz 1889.
Tacchini, P., Sulle attuali eruzioni di Vulcano e Stromboli. Rend. d. R. Acc. d. Linc. (4) V. 1889.
Silvestri, O., Sulla attuale eruzione scoppiata il dì 8 agosto 1888 all' isola Vulcano. Atti dell' Acc. Gioenia di scienz. nat. (4) I. II. 1889.
— — L' isola di Vulcano e l' attuale suo risveglio eruttivo. Nuova Antologia d. Scienz. Lett. ed Arti (3) XXI. Roma 1889.
— — L' éruption actuelle de l' île Vulcano. Compt. Rend. CIX. 1889.
— — ed Arcidiacono, S., Etna, Sicilia ed isole vulcaniche adiacenti sotto il punto di vista dei fenomeni eruttivi e geodinamici avvenuti durante l' anno 1889. Att. Acc. Gioen. LXVI. (4) II. 1889—1890.
1890. Fulcher, L. W., Vulcano and Stromboli. Geol. Magazine. (3) VII. 1890.
Johnston-Lavis, H. J., The eruption of Vulcano Island. Nature. XLII. 1890. — Scottish Geogr. Magazine. VI. 1890.
Silvestri O., Etna, Sicilia ed isole adiacenti nel 1889 sotto il punto di vista dei fenomeni eruttivi e geodinamici. Ann. meteor. ital. V. 1890.
1891. Denza, F., Etna, Sicilia ed isole vulcaniche adiacenti nel 1890. Ebd. VI. 1891.

1891. *Consiglio Ponte, S., Contribuzione alla Vulcanologia delle isole Eolie: Fine del periodo eruttivo di Vulcano e stato attuale del cratere. Atti d. Acc. Gioen. (4) III. 1890—1891. — Bull. Mens. dell' Acc. Gioen. Nuova Serie. fasc. 20—21. 1891.

*Johnston-Lavis, H. J., The south italian volcanoes. Naples 1891.

Platania, G., Sui proiettili squarciati di Vulcano (Isole Eolie) nell' eruzione di 1888—1890. Ann. Uff. Centr. Meteorol. e Geod. Ital. (2) X. parte 4. 1888. Roma 1891.

* Silvestri, O. e Mercalli, G., Le eruzioni dell' isola di Vulcano incomminciate il 3 agosto 1888 e terminate il 22 marzo 1890. Relazione scientifica della Commissione incaricata degli studi dal R. Governo. Ebd.

1892. Butler, G. W., The eruptions of Vulcano (August 3, 1888, to march 22, 1890). Nature. XLVI. 1892.

Consiglio Ponte, S., Eruzione dell' isola di Vulcano 1888—1890. Appendice alla Relazione della Commissione governativa. Ann. Uff. Centr. Meteorol. e Geodin. Ital. (2) XI. parte 3. 1889. Roma 1892.

*— — Contribuzione alla Vulcanologia delle isole Eolie: I proiettili e l' interno mecanismo di Vulcano. Atti d. Acc. Gioen. d. Scienz. Nat. (4) V. 1892—1893. — Bullett. mens. d. Acc. Gioen. d. Sc. Nat. Nuov. S. fasc. 25. 1892.

Riccò, A., Fumo di Vulcano veduto dall' Osservatorio di Palermo durante l' eruzione del 1889 ed applicazione della termodinamica alle eruzioni vulcaniche. Ann. Uff. Centr. Meteor. e Geodin. Ital. (2) XI. parte 3. 1889. Roma 1892.

— — Applicazione della termodinamica alle eruzioni vulcaniche. Atti d. Acc. Gioen. Sc. Nat. (4) V. 1892—1893.

*Cortese E. e Sabatini V., Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Vol. VII. delle Memoire descrittive della Carta geologica d' Italia. Rom 1892.

*Mercalli, G., le lave antiche e moderne dell' isola Vulcano. Giorn. d. Mineral. ecc. III. 1892.

1892. Denza, F., Etna, Sicilia ed isole adiacenti dal novembre 1890 all' ottobre 1891. Ann. meteorol ital. VII. 1892.

1893. (Erzherzog Ludwig Salvator), Die liparischen Inseln. I. Vulcano 1893.

Hobbs, W. H., Ueber den Volcanit, ein Anorthoklas-Augit-Gestein von der chemischen Zusammensetzung der Dacite. Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. XLV. 1893.

Platania, G., Una nuova interruzione del cavo telegrafico Milazzo-Lipari. Atti e Rend. Acc. scienz. lett. ed arti di Acireale. Nuova serie vol. V.

1894. — — Gaet. e Giov., Le interruzioni del cavo telegrafico Milazzo-Lipari e i fenomeni vulcanici sottomarini nel 1888—1892. Atti d. Acc. Gioen. Sc. Nat. (4) VII. 1894. — Bull. Acc. Gioen. Sc. Nat. fasc. 1894.

1896. Riccò, A., Stato presente dei fenomeni endogeni nelle Eolie. Bollett. d. Società Sismologica Italiana. II. 1896.

1897. Rudolph, E., Bericht über die vulkanischen Ereignisse während des Jahres 1894. Tscherm. Min. u. Petr. Mitt. Neue Folge XVI. 1897.

Cossa, A., Ueber die Anwesenheit von Tellur in den Eruptionsprodukten der Insel Vulcano. Rassegna Mineraria Nr. 17 vom 11. December 1897.

1898. — — Briefliche Mitteilung über den gleichen Gegenstand. Zeitschr. f. anorg. Chemie XVII. 1898.

1899. Bergeat, A., Von den äolischen Inseln. 1. Das Bimssteinvorkommen auf Lipari. 2. Die frühere Borsäuregewinnung auf Vulcano. Zeitschr. f. prakt. Geologie. 1899, Februarheft.

Uebersicht.

Landschaftliche Kontraste. — Anblick von Norden. — Orientierung. — I. Der Ringwall oder Alt-Vulcano. — Bisherige Ansichten über sein Wesen. — Zweiteilung. — a) Die älteren, basaltischen Vulkanreste. — Allgemeiner Aufbau des südlichen Gebiets. — 1. Der Monte Saraceno. — 2. Der Stumpf des Corvo-Vulkans. — 3. Die Felicicchie und ihre jungen Laven. — 4. Reste des Urkegels. — Anzeichen für ein Niedersacken des alten Vulkans. — 5. Der Monte Luccia. — Der südlichste Insel-

teil und das marine Quartär. — 6. Der Piano. — Die Absenkung an den Chiappe lisce — Die Sommata. — Laven und Tuffe des Piano. — Zweierlei Augit. — Mangansuperoxyd. — Erosionserscheinungen auf der Tuffläche des Piano. — Allmähliches Niedersinken des letzteren. — Aehnlichkeit in der Gesteinsnatur der älteren und jüngeren Basaltgebilde. — Deutung des südlichen Inselteils. — Einbrüche und Vulkanbildung. — Zweifelhaftes Vorkommen von Tufflöss. — Vergänglichkeit der jüngsten Aschen- und Sandbedeckung. — b) Die liparitischen Reste des Lentia-Vulkans. — Wechselnde Gesteinsnatur. — Kontakt der Liparite und Basalttuffe am Serro del Capo. — Alte Tuffe der Fossa. — II. Die Neubildungen über dem Bruchfeld; Jung-Vulcano. a) Die Fossa di Vulcano. — Vorgeschichtliche Entstehung. — Allgemeine Gestalt und Grösse. — Die bunten Tuffe. — Die Laven. — Auffallende chemische Unbeständigkeit. — Der Obsidian der Pietre Cotte. — Die Forgia vecchia. — Die Fumarolen an der Nordseite der Fossa. — Der grosse Krater. — Anzeichen für eine unbeständige Lage der Eruptionsaxe. — Berichte über den Vulkan vom Altertum bis 1771. — Zustand des Kraters von 1771 bis 1872. — Die ehemalige Ausbeutung der Fumarolenabsätze. — Wiedererwachen des Vulkans 1872 bis 1888. — Die Eruptionsperiode von 1888—1890. — Gegenwärtiger Zustand. — Die jungen Produkte des Vulkans: a) Die Auswürflinge und deren wechselnde chemische Zusammensetzung. — b) Die Fumarolen-Gase und -Absätze. — b) Die Faraglioni. — Trachytischer Vulkanrest. — Die Alaungewinnung. — Gasausströmungen in der Umgebung. — c) Der Vulcanello. — Ein Drillingsvulkan. — Die Leucitbasanitlava. — Der Trachytandesit der Punta del Roveto. — Letztere ein selbständiger Vulkanrest. — Die angebliche Entstehung des Vulcanello in geschichtlicher Zeit. — Letzte Spuren vulkanischer Thätigkeit. — Submarine Ausbrüche um Vulcano in alter und neuer Zeit.

Durch eine 750 m breite, kaum über 40 m tiefe Meerenge sind die Liparitmassen des südlichen Lipari getrennt von der Insel Vulcano. Es sind zwei geologisch ganz verschiedene, wohl individualisierte Vulkangebiete, die hier auf geringe Entfernung einander gegenüberliegen, so scharf von einander getrennt, wie die Vulkane der Guardiagruppe von den nördlichen Gebilden der Insel Lipari.

So kann man sich denn auch kaum einen auffälligeren Gegensatz denken, als den zwischen den beiden so nah benachbarten Inseln. Lachende Fruchtbarkeit und Behäbigkeit auf der einen, düstere Oede und Verlassenheit auf der anderen Seite; Lipari, der Mittelpunkt der ganzen Inselgruppe ist dicht bewohnt, überall sind seine Höhen besät mit weissen Häusern und Kirchen; die Nachbarinsel aber vermag trotz ihres 21 qkm haltenden Flächenraumes kaum 300 Menschen zu ernähren, welche noch dazu die Thätigkeit des die Insel beherrschenden Vulkans bis in die äussersten Winkel derselben gedrängt hat.

Der Ausblick vom Monte Guardia nach Süden gewährt eines der grossartigsten Bilder, das Italien zu bieten vermag. Zu Füssen breiten sich die Weingärten um die Kirche von S. Salvatore aus, darüber hinweg aber sieht man die scheinbar vegetationslose Insel, die im grossen Ganzen nur einen ungleichmässig hohen Felsenring darzustellen scheint, in dessen Mitte sich ein breitabgestumpfter dunkler Kegel erhebt, von dem Ringwall nach Westen zu getrennt durch eine fast kahle, ebenso dunkelfarbige Ebene, im Osten bespült vom tiefblauen Meer. Die Ebene erstreckt sich nach Nordosten und trägt noch einen zweiten, braunen Kegel von geringer Höhe, den Vulcanello, ein niedliches Modell eines Vulkans mit tiefer Kraterhöhle auf einem Lavasockel, der sich rings zu seinen Füssen ausdehnt und den dem Beschauer zunächst gelegenen Teil der Insel bildet. In der Ferne erblickt man das sicilianische Bergland und darüber den fast übermächtigen, in Schnee gehüllten Aetna.

Der noch thätige Vulkan, der vom Ringwall umschlossene 386 m hohe Aschenkegel, die Fossa di Vulcano, besitzt unterhalb seines Gipfels einen weiten Krater, der gegenwärtig ruht; nur eine Reihe schneeweisser Dampfsäulen, die besonders deutlich und weithin sichtbar

werden bei trüber, feuchter Witterung, und schwefelgelbe und weisse Flecken an seinem Rande würden auf die im Innern schlummernde Thätigkeit hinweisen, wenn nicht die graue Färbung des Kegels und seiner nächsten Umgebung auf zeitweise Eruptionen schliessen liessen. Nur einige Ansiedelungen am Fuss des Kegels verraten menschliches Leben auf der sonst so kahlen Insel.

Der Felsring steigt langsam an von Norden nach Süden und bildet einen Kranz schön geformter, meist gerundeter Höhen, deren höchste der Monte Saraceno zur Rechten (480 m) und der Monte Aria zur Linken (500 m) sind. Auf den ersten Blick glaubt man hier ein dem Vesuv ähnliches Doppelgebilde vor sich zu haben: eine halbkreisförmige Somma und in ihr den jungen Aschenkegel. Der kleine Vulkan im Norden ist die zierlichste Erscheinung des ganzen Archipels; sein Name „Vulcanello“ (123 m) scheint dies fast andeuten zu sollen.

Die Untersuchung Vulcanos, der bereits ein kurzer Besuch um Ostern 1894 vorausgegangen war, musste ich bis zum Schluss meiner Reise verschieben und war gezwungen, sie unter den ungünstigsten Witterungsverhältnissen auszuführen. Kaum dass die See noch die Ueberfahrt nach der Insel erlaubt hatte, so stellten sich dort alsbald Wintergewitter mit Blitz, wolkenbruchartigem Regen und heftigem Sturm ein, so dass der achttägige Aufenthalt (8. bis 15. Dezember), abgesehen von den kümmerlichen Unterkunfts- und Verpflegungsverhältnissen, kein eben angenehmer war. Für alle Mühe wurde ich indessen reichlich entschädigt durch das grosse Interesse, welches der Aufbau der Insel besonders in seinem südlichen Teil darbietet, durch Eigentümlichkeiten, welche in den europäischen Vulkangegenden wohl einzig dastehen dürften.

Die Insel zerfällt in drei Hauptteile: der eine stellt den Rest eines Vulkanstockes dar, der sich aus verschiedenartigen und verschiedenalterigen Gebilden zusammensetzt. Er umfasst den nach Osten scharf abgebrochenen Felsriegel, der an der Punta Cala Formaggio ansetzend über den Monte Minico und Monte Lentia sich nach dem Monte Saraceno hinzieht, ferner den ganzen südöstlich der Linie Monte Saraceno—Monte Luccia gelegenen Teil des Inselkörpers.

Der zweite wird zum weitaus grössten Teil eingenommen von dem aktiven Vulkan, der Fossa di Vulcano, und entspricht einem Bruchfeld, auf welchem bedeutende Massen der älteren Gebilde, deren Rest in dem vorherbezeichneten Inselteil erhalten ist, zur Tiefe sanken.

Der dritte Abschnitt endlich, die runde, nur durch eine sehr niedrige Strandebene mit dem übrigen Inselkörper verbundene Halbinsel im Norden, trägt den merkwürdigen Vulcanello.

Vom geologisch-geschichtlichen Gesichtspunkt aus mögen im Folgenden die Fossa und der Vulcanello und ihre Umgebung als Jung-Vulcano dem erstgenannten Hauptteil, den man als Alt-Vulcano bezeichnen kann, gegenübergestellt werden.

I. Der Ringwall, Alt-Vulcano.

Der Untersuchung des ersten Hauptteils, dem alten Vulcano, habe ich fünf Tagesausflüge gewidmet, die ich von einem auf der Südhälfte gelegenen Standquartiere aus unternahm, und ich will nun versuchen, ein Bild dieses Gebiets zu entwerfen. Der südliche Teil, der wegen ihres thätigen Vulkans von vielen Geologen besuchten Insel, scheint nur von wenigen betreten worden zu sein. Da man wohl von vornherein in dem Ringwall einen dem Monte Somma entsprechenden Rest eines Vulkanes zu erblicken glaubte, vielleicht auch

wegen der schlechten Unterkunftsverhältnisse, haben sich bis jetzt nur einzelne Reisende mit dem Studium desselben befasst. Um meine eigene Auffassung klarer zum Ausdruck zu bringen, mag es geboten sein, eine Uebersicht zu geben über die bisher von verschiedenen Seiten gemachten Mitteilungen. Dolomieu,[1]) der die Insel am 13. Juli 1781 besuchte, erblickt in dem alten Vulcano, das er nicht betreten zu haben scheint, die einheitliche Umwallung eines Kraters, auf dessen Boden sich neuerdings der jetzige Vulkankegel gebildet hat.

Auch Spallanzani[2]) hat den südlichen Inselteil keiner weiteren Besprechung für wert gehalten. Er berichtet nur, dass derselbe im Gegensatz zu der kahlen, nach Lipari gekehrten Seite „Stein- und Laubeichen und eine Menge Ginster und Dornsträucher“ trage.

Auf Ferraras[3]) Karte führt das ganze ausgedehnte Gebiet keine andere Bezeichnung als: „Grande pianura coperta di erbe e di boschi, formata di ceneri e terriccio argilloso“, und im Text[4]) sagt der Gleiche, dass Vulcano nicht bewohnt sei, und die Regierung verbiete, die Bäume und Sträucher, die dort wüchsen, zu fällen und abzuschneiden.

Die erste eingehendere Beschreibung findet sich bei Hoffmann.[5]) Er sagt: „Der mächtige äussere Ring, welcher die Einfassung des Eruptionskegels von Vulcano bildet, verhält sich zu diesem genau so, wie der Somma zum neuen Vesuvkegel. Auch dieser ist zur Hälfte zerstört oder vielleicht niemals an beiden Seiten völlig ausgebildet worden, und ein tief eingeschnittener zirkelförmiger Thalgrund trennt den inneren von dem äusseren Ringe. Doch die Aehnlichkeit ist nur eine ganz allgemeine, und sie lässt sich keineswegs bis in ein grösseres Detail hier verfolgen; denn die Natur der Gesteine, welche beide Vulkane bilden, ist von zu heterogener Beschaffenheit, und mit ihr sind es auch die Formen der Oberfläche.“ Die Somma des Vulcano steige nicht so steil und mit so schroff zerrissenen Wänden auf, wie jene des Vesuv, und nirgends habe er wie dort Lavengänge gesehen. Das Einfallen der Tuffbänke, der Laven und Schlacken rings um den ganzen Kegel sei ein gleichmässiges, meist nach auswärts geneigt. Hoffmann sah auch verschiedentlich nach innen fallende Schichten; er erblickte aber darin blos eine Erscheinung, die ja auch am Rande junger Krater auftrete.

v. Buch[6]) erklärte die Insel für einen echten Erhebungskrater, indem er an der Hand der Hoffmann'schen Schilderung noch besonders auf den Unterschied der Gesteine der äusseren Umwallung und des Eruptionskegels hinweist.

Scrope[7]) vergleicht das Verhältnis der Fossa zu ihrer Umwallung ebenfalls mit dem des Vesuvkegels zu seiner Somma. Seine beiden Zeichnungen sind so sehr schematisch und zum Teil unrichtig, dass sie kein richtiges Bild von der Wirklichkeit zu bieten vermögen.

Einen wichtigen Beitrag zur Kenntnis des alten Vulcano schien 1875 Judd[8]) zu liefern; er schreibt nämlich: „Die südliche Hälfte der Insel wird gebildet von einer Anzahl halbkreisförmiger Bergrücken, deren jeder im kleinen der wohlbekannten Somma ähnelt. Diese alten Kraterringe, denn um solche handelt es sich ohne Zweifel, bestehen aus wechsellagernden Lavaströmen und Agglomeratbänken, alle durchdrungen und zusammengehalten von unzähligen Gängen . . . . . . Solcher Kraterringe giebt es vier, und sie sind von einander getrennt durch halbkreisförmige, flachsöhlige Thäler, die man Piani nennt . . . . . . Es ist klar, dass der

[1]) 1783, S. 11. [2]) 1792, S. 213. [3]) 1810, S. 226. [4]) l. c. S. 236. [5]) 1832, S. 63.
[6]) Descr. physique des îles Canaries 1836. Ges. Schriften III, S. 520.
[7]) 1859, S. 542, Figg. 20—21. — 1872, S. 192—193, Figg. 46—47. [8]) S. 109—110, Fig.10.

südliche Teil von Vulcano die Stelle ist, wo sich zum mindesten vier Vulkankegel gebildet haben, deren Axen in einer NW-SO gerichteten Linie lagen, und dass die Ausbrüche, denen jeder neue Kegel seine Entstehung verdankte, zu gleicher Zeit den nördlichen Teil des vorher gebildeten zerstörten. Der älteste Kraterring[1]) wird gebildet von gewöhnlichen trachytischen Laven, die alle die Charaktere und Uebergänge zeigen, welche sich an den Produkten der zweiten Ausbruchsperiode der liparischen Inseln vorfinden; dagegen zeigt es sich, dass die jüngeren mehr und mehr basisch werden, bis sie zuletzt in Basalte und Dolerite übergehen, ähnlich denen von Stromboli." Trotz der Bestimmtheit, mit der Judd über solche Verhältnisse berichtet, die ja sicherlich sehr interessant wären, muss hier ebenso ausdrücklich betont werden, dass weder früher noch später jemand dieselben beobachtet hat, und dass ich selbst auf Vulcano nichts gesehen habe, was Judds Darlegungen bestätigen würde. Weder existieren die vier Kraterringe, noch auch der bezeichnete Gesteinswechsel. Demgemäss ist auch die von dem englischen Geologen gegebene Kartenskizze zu beurteilen.

Mercalli[2]) bringt 1883 den äusseren Felswall zum inneren Aufschüttungskegel in dieselben Beziehungen, welche zwischen der Somma und dem Vesuv bestehen.

Streng (1887) schliesst sich dem von Hoffmann Mitgeteilten an, indem auch er den Ringwall mit der Somma vergleicht, dabei aber den Gesteinswechsel betont.

Cortese betrachtet den ganzen südlichen Inselteil als einen einzigen, nach Norden geöffneten Krater; der Monte Saraceno und der Monte Aria sind nach ihm die beiden höchsten Erhebungen des Kraterrandes.

Die italienische Denkschrift giebt eine geologische Karte der Insel, die in mancher Hinsicht nicht ganz vollständig und unkorrekt ist und das Verständnis der geologischen Verhältnisse der Insel eher erschwert als erleichtert.

Die wertvollsten Beiträge zur Kenntnis Vulcanos überhaupt hat später Mercalli gegeben. Ich werde auf dieselben öfter zurückzukommen haben.

Der Ringwall setzt sich aus den Resten zweier nach der Natur ihrer Produkte verschiedener Vulkanmassen zusammen, einem älteren aus den Ruinen mehrerer basaltischer Kegel aufgebauten und einem jüngeren aus Lipariten bestehenden. Die Grenze zwischen beiden verläuft vom Serro del Capo Secco nach der Pietra Quaglietta; der südlich derselben liegende Teil der Umwallung ist der ältere. Ich beginne mit der Besprechung dieses letzteren.

a) Die älteren, basaltischen Vulkanreste.

Von dem heutigen Kegel ist der äussere Felsring geschieden durch eine halbkreisförmige Rinne, die wiederholt mit dem Atrio des Vesuv verglichen worden ist. Sie beginnt flach und etwa einen Kilometer breit im Nordwesten und steigt unter allmählicher Verengung, durchfurcht von einem zuletzt tiefeingeschnittenen Rinnsal bis zu 165 m an. Diese ihre höchste Erhebung bedeutet zugleich ihre geringste Breite und befindet sich südöstlich des jungen Aschenkegels. Von dort aus senkt sich das Thal wiederum gegen Norden und bricht in einer 100 m hohen Wand gegen das Meer ab.

Als eine ganz schmale, aber wohl 30 m tiefe Schlucht mit senkrechten Wänden von Tuff trennt dort der Rio Grande den Fossakegel vom dem alten Inselkörper; auf eine

[1]) Der älteste Kraterring wäre der südlichste.

[2]) S. 156.

Strecke von $1^1/_2$ km verhindert er jeden Zugang von dem einen nach dem andern. An der genannten Thalenge steht man ganz nahe vor einer etwa 130 m hohen, aus horizontal verlaufenden, mächtigen Lava- und gelben oder roten Agglomeratbänken bestehenden Wand, die bis auf einzelne Stellen vollkommen unersteiglich zu sein scheint. Sie bildet den imposanten, schon aus der Ferne sichtbaren Steilabsturz, in welchem eine 2 km breite und fast ebenso lange Ebene, der Piano von Vulcano, gegen Nordwesten unvermittelt abfällt. Etwa zehn fast horizontal ausstreichende Lager von Laven und Agglomeraten folgen sich. Zwischen der vorspringenden Ecke des Monte Saraceno, der wie ein Eckpfeiler am südwestlichen Ende der Steilwand aufsteigt, und der letzteren haben sich seit langer Zeit die Aschen der Fossa angehäuft, und unter dieser Hülle verschwinden jene Schichten. (Fig. 20.) Da, wo wieder Laven zu Tage treten, ist zwar ihr Gesteinscharakter im allgemeinen der gleiche wie dort; aber die Bänke, welche nun mit deutlich nordwärts gerichtetem Einfallen den in steilem Abbruche entblössten Monte Saraceno zusammensetzen, sind weit dünner

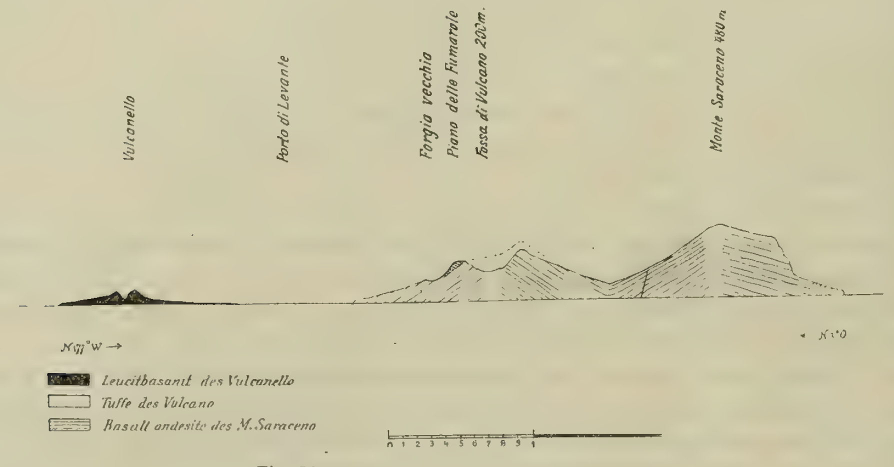


Fig. 20. Profil Vulcanello-Grotta Abate, 1 : 50 000.

und haben mit ersteren nichts mehr zu thun. Nach ihrer Neigung gehören sie einem dem Gipfel des Berges benachbarten Eruptionscentrum an. Noch auffälliger ist der Unterschied zwischen der Struktur der Steilwand in der Mitte und ihrem nordöstlichen Ende, dem Monte Luccia. An Stelle der horizontal ausstreichenden Laven tritt plötzlich und unvermittelt eine Wechselfolge weit weniger mächtiger und deshalb zahlreicherer Bänke, die stark nach dem Meere zu geneigt sind.

So erhält man denn alsbald den Eindruck einer grossen Vielgestaltigkeit des zu betretenden Gebiets. Am besten lassen sich die eben beschriebenen Verhältnisse auf einmal vom Gipfel des jungen Aschenkegels aus überblicken. Von dort aus gewinnt man auch eine Einsicht in den einsamen Piano, der eine weite, von vielen fast parallelen, senkrechten und tiefen Cañons durchrissene, aus horizontal gelagerten Tuffen gebildete Hochfläche darstellt, fast bar jeder Vegetation und überweht von schwarzen Aschen; er ist rings umgeben von einem Kranz welliger Hügel, die besonders im frischen Grün des Frühlings dem sonst trostlosen Landschaftsbild einigen Reiz verleihen. Jenseits dieses Hügelzuges fällt die Insel unter

grösserer oder geringerer Neigung allerseits nach dem Meer zu ab, von dem aus gesehen der südliche Teil Vulcanos die Gestalt eines breit abgestutzten Kegels besitzt.

Wegen der stürmischen See ist es mir unmöglich gewesen, die südliche und westliche Küste von der Barke aus zu untersuchen. Dies ist jedoch bereits durch Mercalli geschehen, auf dessen diesbezügliche zuverlässige Mitteilungen ich mich im Folgenden stützen werde. Ich selbst habe den ganzen Ringwall auf mehreren Ausflügen vom Serro Minico an bis zum Monte Molineddo begangen und ausserdem den südlichsten Teil der Insel am Faro und das Gebiet um die Grotta Abate am Südwestabhang des Saraceno untersucht.

Ist man im Norden Vulcanos gelandet, so erreicht man die südliche Hochfläche über das mit Asche überschüttete Thal, welches sich im Westen des Kegels herumzieht. Nur in seinem hinteren Teil und gegen die Felsen des Monte Lentia zu ist es mit Ginster bewachsen, sonst ist es öde, weil es unter der unmittelbaren Herrschaft des nahen Kraters steht, der für lange Zeit hinaus wieder das vernichtet, was etwa mühsam angepflanzt wurde oder sonst während der Ruhepausen Wurzel gefasst hatte. Ueber die Aschendünen am Nordabhang des Saraceno gelangt man zuletzt ohne besondere Mühe auf den Piano. Zunächst trifft man dort auf eine schlackige, stellenweise von junger Asche überwehte basaltische Lava, die dem Monte Saraceno entstammt, wie sich deutlich verfolgen lässt, und sich noch bis gegen den Monte rosso, der höchsten Erhebung der nordwestlichen Felswände, hinzieht. An der Bildung dieser ist auch sie beteiligt und am Steilrande scharf abgebrochen.

1. Der Monte Saraceno. — Vom Piano d' Alighieri aus ist der Monte Saraceno leicht zu besteigen. Er bildet den Rest eines Vulkans, dessen Krater etwas östlich des heutigen Gipfels gelegen haben muss, vielleicht in der Gegend der jungen Aschenanhäufungen, über die zuletzt der Weg nach dem Piano ansteigt. Darauf weist das allseitige Einfallen seiner Laven und Lapillischichten hin. Auf der Spitze des Berges (480 m) fehlt jede Spur eines Kraters; indessen glaubte ich etwas unterhalb, gegen NO zu, Gesteinsverfärbungen zu bemerken, welche man auf Kratergase zurückführen könnte. Die Laven sind sehr schlackig, ihre Lagerung eine wenig geneigte. Nach Mercalli, der in dem Berge bereits den Rest eines besonderen Vulkans vermutet hat, beobachtet man vom Meere aus am Abhange des Saraceno in etwa 100 m Höhe eine Lavenbank, die sich mit fast geradlinigem Ausstreichen längs der ganzen Spiaggia lunga verfolgen lässt, sich allmählich gegen den Meeresspiegel senkt und zuletzt noch die Pietra Quaglietta bildet. Bis dorthin reichen also die Laven des Vulkans, während dann weiter im Norden Liparite die Küste zusammensetzen. An der Pietra Quaglietta hat der Steilabsturz der Westküste eine Höhe von etwa 50 m. Er wird immer höher, bis er endlich an der Grotta Abate das Innere des Berges bis zur Höhe von ungefähr 430 m frei legt. Die Wechsellagerung der Laven und Lapilli, die nur insofern ein Interesse bietet, als ihre Schichten recht flach geneigt sind und deshalb dem Vulkane eine ähnliche Gestalt verliehen haben müssen wie dem Monte St. Angelo auf Lipari, beobachtete ich weiterhin gut in der Regione dei Pisani und beim Abstieg nach der einsamen und abgeschiedenen, von den Felswänden des Monte Saraceno rings umgebenen Ansiedlung von Grotta Abate. Die Schichten und Bänke sind dort durchsetzt von Gängen und die Kluftflächen stellenweise überkleidet mit Kupfergrün, das sich auch anderwärts auf Vulcano vorfindet, z. B. auf der sogenanten Pietra Bronzina an der Punta del Roveto am Vulcanello;

auch Hoffmann[1]) erwähnt „Malachit" aus den Laven des Piano, womit wohl auch das Kupfersilicat gemeint sein dürfte.

Am Serro del Capo Secco bilden die Produkte des Monte Saraceno das Liegende der glasigen Liparitlaven des Nordwestens, von denen späterhin noch die Rede sein soll. Von einigem Interesse ist in der Regione Vallonazzo das Vorkommen von grossen, losen Augiten in Gesellschaft einer schlakigen Lava, die besonders reich ist an wohlausgebildeten Einsprenglingen dieses Minerals. Ich fand Bruchstücke, welche 4 cm lang und in der Prismenzone 2,5 cm dick waren, so dass sie auf Individuen von etwa 6 cm Länge schliessen lassen. Ihre Farbe ist schwarzgrün, die Flächen sind die gewöhnlichen der vulkanischen Augite; Zwillingsverwachsungen finden nach $\infty P\infty$ statt. Ich vermute, dass sie aus der Lava ausgewittert sind. Auch an angeschmolzenen Quarziteinschlüssen sind die Saracenolaven reich; die Oberfläche der ersteren zeigt Grübchen oder tiefere Löcher, die mit Glasmasse erfüllt sind, und ist bedeckt mit einer Schmelzrinde von dem Aussehen, als ob die Stücke in flüssiges braunes Wachs getaucht worden wären.

Gegen Süden zu bildet eine Schlucht am Serro dell' Arpa die Grenze der Saracenolaven.

Von der Grotta Abate bis an das Südende der Insel zieht sich ein mächtiger Steilabsturz; er wird nach Mercalli gebildet von dunklen Laven, die mit Tuffen wechsellagern und einen ausgezeichneten, fast senkrechten Durchschnitt durch das innere Gefüge der Küste darstellen. Besonders bemerkenswert soll ein Lavastrom sein, der sich auf 2 km Entfernung hin an der Steilwand verfolgen lässt.

2. Der Vulkanrest des Timpone del Corvo. — Schon vom Serro dell' Arpa aus erkennt man deutlich den letzten geringen, aber unzweifelhaften Rest eines andern Vulkans in dem 397 m hohen, steil abgebrochenen Timpone del Corvo. Vom Rand des Plateaus blickt man hinab auf Agglomerate, die durchzogen sind von Lavagängen und Schlacken, und die ganz an die innere Struktur eines Vulkans erinnern, wie ich sie am Monte Rivi auf Salina kennen gelernt habe. An der Oberfläche sind Lavaströme zu sehen, deren Neigung nordwärts, am Timpone del Corvo selbst gegen Nordosten, also gegen das Innere des Piano gerichtet ist. Es mag hier schon bemerkt werden, dass diese oberflächlichen Ströme jünger sind als die dort anstehenden Tuffmassen des Piano, welche kohlige Pflanzenreste führen.

Weiterhin senkt sich zwischen den Felicicchie und dem Timpone del Corvo ein Thaleinschnitt hinab nach der Punta Mortaro, welcher Gelegenheit bot, auch dort noch einmal das Einfallen der Lavaströme zu beobachten; dasselbe ist an der Westseite des Thales ein östliches. Die ganze Lagerung der Lavaschichten zwischen den Felicicchie und dem Serro dell'Arpa zwingt zur Annahme eines besonderen Kraters, der an den westlichen Steilwänden bis auf einen geringen Stumpf verschwunden, zur Tiefe gesunken ist. Ich trage um so weniger Bedenken, dieselbe auszusprechen, als sie aus der Seekarte ihre Bekräftigung erfährt. Es befindet sich nämlich südlich der Spiaggia Grotta Abate eine besonders tiefe Stelle, wo die Hundertmeterlinie unmittelbar ans Ufer herantritt. Dadurch wird die weitgehende Zerstörung dieses Inselteiles als ein Einsturz charakterisiert, dem der Südhang des Saraceno und der grösste Teil des Corvo-Vulkans zum Opfer fielen. Die Struktur des Höhenzugs zwischen dem Serro dell' Arpa und den Felicicchie verträgt sich keinesfalls mit der Annahme, dass der südliche Teil von Vulcano den einheitlichen Rest eines alten Kraters darstelle.

---

[1]) 1832, S. 65.

3. Die Felicicchie. — Schon in der Ferne erwecken die 439 m hohen Felicicchie wegen ihrer Gestalt das Interesse. Sie bilden eine kleine Doppelkuppe, die ungefähr 70 m über ihre Umgebung emporragt und mich am meisten an den Monte Rossi am Aetna erinnerte. Zwischen den beiden gerundeten Erhebungen bemerkt man eine muldenförmige, gegen Nordwesten offene Vertiefung von 120 m Durchmesser, die ganz mit jungem Tuff erfüllt und kultiviert ist. Die den Abhang zusammensetzenden Lavaströme fallen nur an der Südseite unter einem Winkel von 25—30° gegen die See zu ein, am westlichen Abhange des Berges sind sie deutlich gegen Westen gerichtet, d. h. sie schmiegen sich der Gestalt der kleinen Kuppe an. Diese Thatsache allein würde vielleicht schon genügen als Beweis dafür, dass es sich auch hier um einen Vulkan späterer Entstehung handle. Indessen findet diese Vermutung eine besonders kräftige Stütze in zwei Lavaströmen, von denen der eine am Südabhang der Kuppen in der Nähe der Portella entspringt, während ein anderer kleiner Strom sich gegen die Sommata hin ergossen hat. Ersterer folgt dem Südabhang bis an die Spiaggia Lena als rotbraune, etwa 2,5 m mächtige Schlacke, stellenweise bedeckt

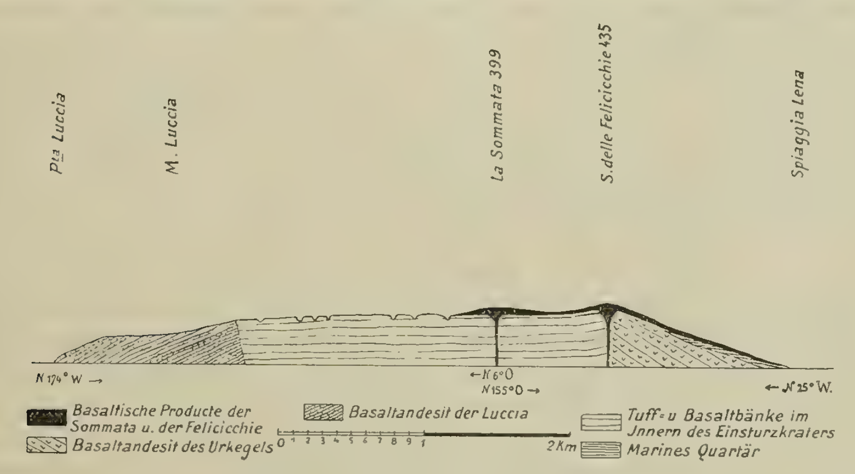


Fig. 21. Profil durch Alt-Vulcano. 1 : 50000.

von braunen Tuffen, welche dem Tufflöss zu entsprechen schienen, andererseits aber eine Schicht Bimssteine und das marine Quartär überlagernd. (Fig. 21.) Von letzteren soll später noch die Rede sein. Weniger deutlich zu verfolgen ist der nordwärts gerichtete Strom; er liegt zu Tage bei der Casa Ferlazzi und verschwindet dann unter dem Kulturboden; erst weiter gegen Nordwesten zu tritt wieder schlackige Lava zwischen der Sommata und dem Timpone del Corvo auf; sie mag wohl die Fortsetzung des Stroms von der Casa Ferlazzi sein.

4. Der Urkegel von Vulcano. — Erst östlich von den Felicicchie werden Lagerungsverhältnisse sichtbar, die mit Bestimmtheit auf das Vorhandensein eines uralten, mächtigen Kegels schliessen lassen, dessen Laven- und Tuffmantel jetzt von der Portella della Trovatina bis zum Monte Molineddo einförmig die Süd- und Ostseite der Insel bildet. Das geologische Bild wird das gleiche, wie es an den Abhängen der Fossa delle Felci auf Salina, des Stromboli und an der Fossa delle Felci auf Filicudi zu sehen ist: es besteht eine Wechsellagerung von ziemlich mächtigen Bänken basaltischer Laven und dicker Lagen von Tuff,

meistens von gelber oder rotbrauner Färbung. Die Schichten fallen von nun an stets senkrecht zum Verlauf der Küstenlinie ein; die Neigung der Gehänge soll nach Cortese 35° erreichen. Gegen innen zu sind die Gesteinsbänke abgebrochen, so dass allenthalben ihre Schichtenköpfe als Klippen aus dem inneren Abhang der Höhen hervorstehen. Gegen das Meer zu erscheinen die Gehänge fast ungangbar und kahl und bieten höchstens genügsamen Schafherden einen kümmerlichen Pflanzenwuchs dar. Nur an einer Stelle, nämlich am Serro di Punta Lunga sah ich Schollen von wechsellagernden Laven und Agglomeraten, die nach ihrem Aussehen und ihrer Mächtigkeit zweifellos dem Urkegel angehören und also völlig denjenigen gleichen, welche den ganzen südöstlichen Höhenrücken bilden, nach innen einfallen und unter der jungen Tuffbedeckung der Hochebene verschwinden. Diese Beobachtung bietet einen willkommenen Anhaltspunkt für das Verständnis der Entstehung und Geschichte des alten Vulcano in seiner jetzigen Gestalt. Zweifellos sind jene Schollen durch den Zusammenbruch des alten Vulkans in ihre jetzige Lage gelangt, während sie früher einen Teil der nach aussen abfallenden Lavabänke darstellten.

5. Der Monte Luccia. — Es war mir nicht mehr möglich, diesen nordöstlichen Eckpfeiler des Ringwalles zu besteigen, der durch tiefe Schluchten grossenteils gegen die umgebenden Höhen und den Piano abgegrenzt ist. Er stellt höchstwahrscheinlich einen Vulkanrest für sich dar; es spricht dafür nicht nur seine isolierte Stellung, sondern auch seine eigenartige, durch die Aufeinanderfolge zahlreicher, wenig mächtiger Laven- und Schlackenbänke gekennzeichnete Struktur, von der schon früher die Rede war, die sich aber auch deutlich genug von den südlich an ihn grenzenden Höhen aus erkennen lässt.

Ueber die Beschaffenheit der Ostküste verdankt man zunächst Mercalli einige Mitteilungen. Sie bestätigen, dass dieselbe vom Monte Luccia an bis zur Südspitze eine einheitliche ist und ähnlich derjenigen der übrigen alten Vulkankegel im Inselgebiete. Man beobachtet dort einen steten Wechsel von Agglomeraten und von Lavabänken, bald diese, bald jene vorwaltend. Stellenweise, wie zwischen der Punta Lunga und dem Molo di Femmina treten auch Gänge, manchmal 2 m mächtig, an das Ufer heran.

Nach meinen eigenen Beobachtungen ist der Monte Luccia an der Punta Luccia scharf abgebrochen: die dünnbankigen basaltischen Laven des Berges stossen unmittelbar an eine jüngere trachytische Lava der Fossa, welche die mächtigen, von letzterer herrührenden Tuffmassen unterlagert; diese greifen als bedeutende Ablagerungen hinüber auf die Flanken des Monte Luccia selbst. Oestlich des Rio Grande, am Caruggo, verhüllen sie den Berg fast vollständig und sind auch an seiner anderen Seite stark entwickelt, vegetationslose, durch die Regenwässer durchfurchte Abhänge bildend.

Einen freundlichen Gegensatz zu der Oede des übrigen Vulcano bildet der äusserste Süden der Insel. Ueber den von Aschen überwehten, stellenweise von Ginster bewachsenen Piano, auf dessen südwestlichem und südlichem Teile nur da und dort einzelne Ansiedelungen und Rebenkulturen zerstreut liegen, gelangt man an der Portella della Trovatina auf den südlichen Abhang des alten Kegels. Die Spuren der Fossa, ihre grauen Aschen und Sande schwinden, das Land wird kultivierter, ja man sieht sogar einige hohe Steineichen zwischen den zerstreuten Ansiedelungen. Diese letzteren bilden das eigentliche bewohnte Vulcano, ein abgeschiedenes, scheinbar von allem Verkehr fernes Fleckchen. Ganz nahe liegen jenseits des Meeres die Bergketten Siciliens, während nur die alten Laven und Tuffe daran erinnern, dass man sich noch im äolischen Inselgebiete befindet.

Im südlichsten Teil der Insel bedingen die durch Aufbereitung des vulkanischen Materials entstandenen quartären Sedimente als guter Kulturboden eine gewisse Fruchtbarkeit. Von 250 m an abwärts bedecken sie als graue, wohlgeschichtete Massen die durch ihre im allgemeinen dunklere Farbe leicht zu unterscheidenden Produkte des Kegels, welche allenthalben in den Schluchten zu Tage treten. Ihr Hangendes bildet stellenweise eine 1 m dicke Lage von andesitischem Bimsstein, die besonders gut unter dem früher (S. 153) besprochenen jungen Basaltstrom des Serro delle Felicicchie erhalten ist und sich bis zur Höhe von *300 m nachweisen liess. Diese grauen Bimssteine sind nur zum Teil leichter als Wasser und hinterlassen bei kurzer Behandlung mit Flusssäure einen Rückstand von viel Augit, Glimmer und Magnetit. Sie weisen darauf hin, dass unweit der Südküste Vulcanos noch in ziemlich später Zeit ein jetzt nicht mehr sichtbarer Krater andesitische Massen gefördert hat.

Nahe den Felsabstürzen, welche in zunehmender Höhe von der Südspitze der Insel an die ganze Westküste fast ganz ungangbar machen, steht der alte Leuchtturm, an dessen Stelle jetzt an der Spiaggia Lena ein neuer gebaut wurde, weil jener infolge des zunehmenden Abbruchs der Lavamassen, auf denen er errichtet ist, mit der Zeit verschwinden wird.

6. Der Piano. — Ich habe bisher über den aus verschiedenalterigen Vulkanresten bestehenden Bergring gesprochen, der, oberflächlich betrachtet, die Umwallung eines einzigen, gewaltigen Kraters zu bilden scheint, und dessen Inneres bis zur erkennbaren Tiefe von meistens annähernd horizontal gelagerten Lava- und Tuffbänken erfüllt wird, so dass das Ganze einer gefüllten Schüssel zu vergleichen ist. Die Oberfläche des Schüsselinhalts bildet der Piano, jene fast ganz unfruchtbare, besonders in ihrem östlichen Teil von steilwandigen Schluchten durchrissene Hochebene.

Von der Auffassung, welche Judd über das Wesen des alten Vulcano geäussert hat, habe ich früher schon gesprochen. Sie ist verfehlt, und unmöglich kann ihr eine genauere Untersuchung zu Grunde liegen, welche Judd unmittelbar eines anderen belehrt haben würde. Ebenso habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, dass sich am Rande des Bergrings mehrfach Anzeichen vorfinden, welche darauf hindeuten, dass in früherer und späterer Zeit der grosse Vulkan, dessen unzweifelhafter Rest in dem Bogen Serro dei Pisani-Monte Luccia erhalten ist, in sich zusammensank, und auch innerhalb des Piano finden sich mehrfach auf den gleichen Vorgang hinweisende Erscheinungen. So seien zunächst die sehr auffälligen Verhältnisse an den Chiappe lisce unweit des Monte Aria erwähnt. An der Innenseite des Felsrings sieht man dort deutlich die Schichtenköpfe der alten mit Agglomeraten wechsellagernden und gegen Südosten einfallenden Lavabänke. Kaum 6 m davon aber liegt der höchste Punkt und das Ende eines schlackigen, etwa 1 m mächtigen Lavastroms, der ebenso wie die ihn vollkommen konkordant unterlagernden jungen Tuffe nach innen geneigt ist. Derselbe Lavastrom bedeckt in wechselnder Mächtigkeit den viel tiefer gelegenen östlichen Teil des Piano, immer dem bezeichneten Tuffe aufgelagert. Dass er eine neue Bildung darstellt, viel jünger als der alte Vulkanrest Serro dei Pisani-Monte Luccia, ist zweifellos. Merkwürdigerweise aber ist dort, wo er seine höchste Erhebung erreicht und wo er doch sicherlich an den wenige Meter entfernten alten Klippen endigen musste, keinerlei Anzeichen einer Eruptionsstelle zu sehen: es weist vielmehr alles darauf hin, dass der anderswo entsprungene Lavastrom sich bis hieher über die jungen Tuffe ausgebreitet hat, und, da ja die Lava nicht aufwärts geflossen sein kann, dass späterhin der Piano eine Senkung erfahren

habe, wobei seine randlichen Teile ein nach innen gerichtetes Einfallen bekamen. Es stellt offenbar das von jenem offenen Bogen nur teilweise umschlossene Gebiet ein grosses Bruchfeld dar, weit mächtiger noch als die Sciarra des Stromboli, den der alte Urkegel von Vulcano ursprünglich an Höhe übertroffen haben mag. Innerhalb dieses Bruchfeldes und an seinem Rande kam später wieder die eruptive Thätigkeit zum Durchbruch, und es entstanden so am Rande der Monte Saraceno und auch die beiden anderen Vulkane, deren Reste im Timpone del Corvo und in den Felicicchie erhalten sind, während nahe dem alten Eruptionscentrum noch geringe, aber immerhin sehr deutliche Spuren einer vulkanischen Erregung an der Sommata zu erkennen sind. Diese bildet mit 399 m die höchste Erhebung des Piano, überragt also dessen nordwestlichen Bruchrand um rund 100 m. Sie stellt eine flache, von Tuff bedeckte und mit Gestrüpp bewachsene Kuppe dar, ohne jede Andeutung eines Kraters. Und doch besteht kein Zweifel, dass man es hier mit einem kleinen Vulkan zu thun habe, denn in ihrer ganzen näheren Umgebung finden sich in grosser Menge basaltische Bomben von gekielter, gerillter und gedrehter Gestalt (Taf. XXII und XXIII); es giebt deren so viele, dass ich in kurzem eine grosse Zahl schöner Stücke zusammenbringen konnte. Stellenweise, z. B. westlich der Casa Ferlazzi, bestehen die Aufschlüsse bloss aus basaltischen Lapilli und den erwähnten Bomben. Schon Mercalli[1]) hat dieselben kennen gelernt, glaubte aber, dass sie dem Monte Saraceno entstammten. Da ich sie aber weder dort noch anderswo als gerade in nächster Nachbarschaft der Sommata gefunden habe, so bleibt kein Zweifel, dass diese den Rest eines besonderen Vulkans darstellt, der von um so grösserem Interesse ist, als er sich ziemlich genau in der Axe des alten Vulcano-Urkegels befindet. In seiner Umgebung lassen sich noch andere bemerkenswerte Wahrnehmungen machen. Die Tuffschichten, die auf dem übrigen Piano wenigstens in den oberen Lagen fast horizontal sind, zeigen am Nordostabhang der Sommata ein bis zu 23° geneigtes Einfallen gegen NO, stellenweise auch ein solches gegen SO und sind durch Fumarolenwirkungen gelb gefärbt. In dem Bachriss nahe der Casa Nino tritt eine rötliche, kugelförmig abgesonderte Basaltbank zwischen den gänzlich zersetzten Tuffen in

Fig. 22. Profil durch Vulcano 1:50000. Die im Innern des Einsturzkraters beobachteten Störungen sind nur unter ÷ angedeutet.

[1]) 1891, S. 80.

gestörter Lagerung auf. Es liegt nahe, zwischen letzteren Erscheinungen und dem Ausbruch der Sommata einen Zusammenhang zu vermuten; durch das schon mehrmals erwähnte Niedersinken des Hauptvulkans wäre eben hier über dem alten Schlote neuerdings eine Ausbruchsöffnung gebildet worden. Daneben war auch eine Zeitlang reichlichen Gasmengen ein Ausweg geboten.

Im übrigen habe ich auf dem Piano keine Spuren eines Kraters nachzuweisen vermocht. Die heutige Gestaltung Alt-Vulcanos gestattet keine Erklärung mehr für die Herkunft des Lavastroms der Chiappe lisce. Unterhalb des Monte Aria ist er durch junge Fossa-Sande verdeckt, nimmt aber dann nordöstlich der Sommata den ganzen Piano di Lucura ein, konkordant über die Tuffe des Piano hingebreitet und gewissermassen für dieselben eine Schutzdecke bildend. Seine Mächtigkeit schwankt auffallend: sie beträgt z. B. nahe der Casa Nino kaum 0,5 m, an seinem nordöstlichen Ende dagegen wohl 6 m; bei der Sommata ist er überhaupt nur noch in Schlackenstücken nachzuweisen, welche die Erosion durch Wind oder die Unterwaschung und Wegschwemmung durch Wasser dort übrig gelassen hat. Es ist eine dunkle, schlackige Basaltlava mit porphyrischen Einsprenglingen von Augit und Plagioklas und einer an Feldspatmikrolithen reichen dunklen, etwas zersetzten Grundmasse, in der zahlreiche braun gefärbte Olivinkörner eingebettet liegen. Ueber die *Tuffe*, welche das unmittelbare Liegende des Stroms bilden, habe ich schon wiederholt gesprochen. An den Chiappe lisce, nahe dem Monte Molineddo und an der Grotta dei Rossi, wo ich sie beobachten und untersuchen konnte, sind sie ganz ausserordentlich reich an *Augit*, der sich in solcher Menge zwischen den lockeren Massen findet, dass man sich in kürzester Frist die Taschen mit zierlichen Krystallen füllen kann. Der Augit ist, wenigstens an den Chiappe lisce, zweierlei Art. Zum grössten Teil findet er sich in schwarzen, mitunter sehr hübsch glänzenden einfachen Individuen mit $-P$, selten auch mit $2P$, oder in Zwillingen nach $\infty \bar{P} \infty$, oder in sich durchkreuzenden Krystallen und erreicht dann kaum 1 cm Länge. Ausserdem aber fallen zahlreiche Bruchstücke grösserer Augitkrystalle auf, die sogar in Stücken von fast 1 cm Durchmesser noch prächtig blaugrün durchscheinend sind. Gut ausgebildete, ganz umgrenzte Krystalle dieser Art scheinen selten zu sein. Die mir vorliegenden zeigen Spuren von Anschmelzung und besonders rauhe Endflächen; man erkennt: $\infty \bar{P} \infty$, ∞P, $\infty \bar{P} \infty$, P, $2P$, $-P$, $2\bar{P}\infty$.

Ueberdies werden die blaugrünen mindestens dreimal so lang als die schwarzen. Zur Stunde ist es mir noch nicht möglich, etwas bestimmteres über die chemischen Unterschiede der beiden mitzuteilen.

Bemerkenswert dürfte es sein, dass die pyroxenführenden Tuffschichten an den Chiappe lisce ausser an Gypskugeln auch reich sind an *Mangansuperoxyd*; dasselbe überkleidet die Lapilli mit einem schwachen, schwarzblau glänzenden Ueberzug, dessen chemische Natur sich ohne weiteres bei Behandlung mit Salzsäure oder Schmelzen mit Soda und Salpeter auf dem Platinblech kundgiebt.

Den besten Einblick in den *Aufbau* des Piano erhält man in seinem nordöstlichen Teile; dort endigt die Lavadecke als oberste Schicht 30—40 m hoher Tafelberge, die im übrigen ganz aus grauen oder rötlichen Tuffen bestehen und durch tiefe Schluchten mit senkrechten Wänden von einander geschieden sind, so dass eine Begehung jener Gegend ausserordentlich zeitraubend wird. Im Kleinen erinnerte mich die ganze Landschaft an die grossartigen Erosionsgebiete der amerikanischen Wüsten. Das Bild wird um so imposanter,

als die tiefen Wasserläufe für gewöhnlich ganz trocken liegen. Bei einem Regenschauer aber sind sie es, welche die Niederschläge des ganzen Piano aufnehmen und über die Steilwand des Monte rosso und Monte Molineddo der Schlucht des Rio grande zuführen. Im Hangenden sind die Tuffe horizontal gelagert; darunter sind stellenweise geneigte Schichten sichtbar. Schon Mercalli hat auf solche Diskordanzen aufmerksam gemacht und die wahrscheinlich zutreffende Vermutung ausgesprochen, dass dieselben durch Einbrüche verursacht seien, welche sich zwischen der Ablagerungszeit der oberen und unteren Gebilde ereigneten. Eine sehr hübsche Bestätigung erfährt diese Annahme durch die zahllosen Verwerfungen, welche die Tuffmassen in eine Menge von Schollen zerstückelt haben. Durch im allgemeinen steil nach NW einfallende Verwerfer sind die verschiedenfarbigen Tuffbänke gegen einander verschoben, gewöhnlich um kleine Beträge unter 1 m, manchmal aber auch um ein paar Meter, und es ist meines Erachtens nach allem vorher Mitgeteilten die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass auch mächtigere Verwerfungen die Landschaft durchziehen. Es ist lehrreich genug, hier neben der uneingeschränkten Wirkung der Erosion noch die Spuren von Vorgängen zu sehen, die vielleicht jetzt noch in der Tiefe sich abspielen und allmählich zu einem gänzlichen Einbruch des südlichen Vulcano und vielleicht auch zu einem Wiedererwachen der vulkanischen Thätigkeit dortselbst führen werden.

Ich möchte nun noch einmal kurz das Wichtigste zusammenfassen, was sich aus meinen fünftägigen Beobachtungen auf dem südlichen Teile Vulcanos ergiebt: Danach ist der an der Pietra Quaglietta beginnende, im Monte Aria gipfelnde Ringwall in seiner jetzigen Zusammensetzung niemals ein einheitlicher Krater gewesen.

Seine ersten noch erkennbaren Anfänge sind erhalten in dem Bogen, der sich etwa südlich vom Monte Luccia bis an den Serro dei Pisani erstreckt; dieses Gebiet besitzt die einheitliche Struktur eines Kegels, gerade so wie der Urkegel des Stromboli.

Der Piano und der ihn im Südwesten und Westen begrenzende Wall von Laven und Agglomeraten sind anzusehen als jüngere Bildungen, die dem Einsturz des ältesten Kegels gefolgt sind. Die Reste solcher neuerer, selbständiger Vulkane erblicke ich im Serro delle Felicicchie, im Timpone del Corvo und im Monte Saraceno, der am deutlichsten die Merkmale eines besonderen Vulkanes zur Schau trägt, und vielleicht auch in dem Monte Luccia.

Im Gebiet des Piano dürften mindestens noch in späterer Zeit etwa in der Axe des primären Kegels Eruptionen stattgefunden haben, auf die allerdings nichts weiter hinweist als die merkwürdigen Bomben der Sommata, die Fumarolenspuren und die sehr auffälligen Dislokationen der Tuffbänke dortselbst. Im grossen Ganzen aber stellte das Gebiet des Piano in seiner früheren Gestalt nichts anderes dar als ein unterseeisches, zwischen dem inneren Steilabbruch und den jüngeren Vulkanen gelegenes Becken, in welchem die losen Produkte und die Laven der letzteren in wohlgeschichteten Bänken zur Ablagerung gelangten. Ein grosser Teil des alten Vulkangebietes ist späterhin im Norden zur Tiefe gebrochen; ob nur einmal, nämlich vor der Aufschüttung der heutigen Fossa, oder schon früher einmal, bevor die liparitischen Massen des Monte Lentia zum Erguss gelangten, das lässt sich nicht entscheiden; letzteres aber dürfte wahrscheinlicher sein. Trümmer der versunkenen basaltischen Gebilde werden immer noch in nicht geringer Menge als Einschlüsse in den Laven und Bomben der Fossa gefördert, wie später noch ausführlicher gezeigt werden soll. Wie weit sich das Basaltgebiet Alt-Vulcanos nach Norden erstreckt hat, ist eine unlösbare

Frage. Die Basalteinschlüsse, welche sich stellenweise in den südlichen Lipariten der Nachbarinsel finden, könnten vielleicht als Beweis dienen, dass die fragliche Ausdehnung sogar noch Teile des heutigen Lipari umfasst hat; zum mindesten ist man aber berechtigt, auf solche verschwundene Ausbruchsherde wenigstens teilweise die Ausfüllung des Piano-Kessels zurückzuführen. Die Produkte einer gleichzeitigen Thätigkeit verschiedener Vulkane dürften hier schwer zu entwirren sein.

Die Laven von Alt-Vulcano sind bereits von Sabatini kurz, eingehender von Mercalli beschrieben worden. Der erstere bezeichnete die wenigen untersuchten Proben als Basalti andesitici; Mercalli, welcher reicheres Material gesammelt hatte, beschrieb hingegen zwei Typen: olivinführende Andesite und Basalte, indem er für erstere besonders den äusseren trachytischen Habitus geltend macht. Zwei Analysen Ricciardis lassen allerdings einigen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung der Laven erkennen:

I. Andesit aus dem Gang vom Molo delle Femine enthält 55,75 % Kieselsäure.

II. Der Basalt von der Punta Luccia ergab:

SiO_2	53,04
P_2O_5	0,56
Al_2O_3	13,06
Fe_2O_3	8,19
FeO	2,40
MnO	0,16
CaO	10,61
MgO	5,17
K_2O	2,06
Na_2O	3,27
Glühverlust	2,21
	100,73

Etwas Biotit fand Mercalli in den Laven des Saraceno.

Mir selbst liegen 17 Dünnschliffe von Gesteinen aus dem südlichen Teil der Insel vor. Ich vermochte nach ihrer Struktur keine strengen Unterschiede für die verschiedenen Ausbruchsheerde festzustellen; denn alle, mehr oder weniger reich an Olivin, möchten ebenso richtig als Basalte wie als Andesite zu bezeichnen und daher kurz Basaltandesite genannt sein. Ein Teil derselben ist ausgezeichnet durch einen geringeren oder reichlicheren Gehalt an Biotit und recht ähnlich den biotitführenden Basaltandesiten aus der mittleren Eruptionszeit des Stromboli. Solche Laven sind besonders am Monte Saraceno verbreitet, ich fand sie aber auch am Timpone del Corvo, am Serro dei Pisani, in den dislocierten Gesteinsbänken nahe der Sommata und weiterhin gut entwickelt an der Punta Luccia. Vielleicht, und so will es scheinen, gehören die biotitreichen Laven den späteren Eruptionen auf dem Gebiete, die biotitfreien den älteren an; freilich vermochte ich in dem sicherlich sehr jungen Strom des Piano Lucura den Glimmer nicht nachzuweisen, und andere junge Schlacken waren zu stark zersetzt, um durch ihr Studium diese Frage mit Sicherheit entscheiden zu lassen.[1]) So viel ist zweifellos, dass die Geschichte des südlichen

---

[1]) Da sich die älteren und jüngeren Basalte auf Vulcano petrographisch nicht streng auseinanderhalten lassen, und da eine scharfe örtliche Trennung derselben bei der teilweisen Unzugänglichkeit der

Alt-Vulcano in zwei Abschnitte zerfällt, nämlich in den Aufbau des Urkegels und in den der verschiedenen, teilweise an den Untergang des letzteren geknüpften Neubildungen. Der erstere gehört sicherlich den ältesten äolischen Gebilden an, die letzteren fanden, wie das der Lavastrom der Felicicchie andeutet, noch zu einer Zeit statt, als bereits eine marine Aufbereitung jenes Kegels stattgefunden hatte, und dürfte etwa in die Zeit des Cordieritstroms von Lipari zu setzen sein.

Dem Tufflöss kommt auf Vulcano keine solche Bedeutung zu wie auf Lipari. Auf dem Piano und im nördlichen Teil der Insel scheint er zu fehlen; dort herrschen die bunten basaltischen Tuffe, stellenweise, wie an der Conigliara, verkohlte Pflanzenreste führend und von den jüngeren Laven noch bedeckt, wohl ein Beweis, dass die basaltischen Eruptionen auf der Insel noch andauerten, als bereits die höher liegenden jetzt abgesunkenen Teile derselben trocken gelegt waren. Jene Tuffe sind so kompakt, dass sie dort allgemein zur Herstellung der Gartenmauern benutzt werden und bilden zudem einen ergiebigen Kulturboden. Erst südlich der Felicicchie, dem Bereich der Fossa entrückt, welche den Piano mit ihren Aschen und Sanden bedeckt, scheinen jene Staubanwehungen in etwas grösserem Massstabe zur Entwickelung gekommen zu sein. Ich glaubte sie nur dort auf der Karte eintragen zu dürfen.

Seit langen Zeiten sind die südlichen Teile Vulcanos von den Sanden und Aschen der Fossa überschüttet worden; trotzdem aber sind die Anhäufungen von solchen nur ganz geringfügige zu nennen und auf solche Stellen beschränkt, welche sie einigermassen vor der Entfernung durch die Winde zu schützen vermochten. Was daselbst an besagtem Material liegt, dürfte wohl in Anbetracht seiner Frische von der jüngsten Eruptionsperiode des Vulkans herstammen. Ich möchte auf diese Wahrnehmung hinweisen, da sie zeigt, wie sehr die Luftströmungen nivellierend auf den kahlen Gebieten wirken: die leichtesten vulkanischen Auswurfsprodukte gelangen hier schliesslich auf Umwegen in das Meer, dessen Boden sie mit Tufflagen bedecken. Die Spuren dieses Windtransports und der daraus folgenden Winderosion erkennt man allenthalben auf der Oberfläche der Laven, welche auf den horizontal liegenden Flächen langgestreckte Furchen, auf denjenigen dagegen, an welche der zugewehte Sand anprallen musste, rundliche Vertiefungen aufweisen. Aehnliche Spuren der Winderosion beobachtet man auch auf den Obsidianfelsen der Lentia und ebenso, vielleicht weniger gut, waren sie auch am Stromboli zu sehen gewesen.

b) Der liparitische Rest des Lentia-Vulkans.

Der nördlichste Abschnitt der die Fossa umgebenden Umwallung ist ganz anderer Natur als das soeben beschriebene Gebiet. Jenseits der Linie Serro di Capo Secco—Pietra Quaglietta treten Gesteine von viel höherem Kieselsäuregehalt auf, die, grossenteils von glasiger Beschaffenheit, bereits sehr an die Produkte der Fossa erinnern. Der etwa 2 km lange, südlich der Lentia über 200 m aufsteigende Felsrücken ist von Mercalli sowohl von

Westküste und des Monte Luccia nicht möglich war, so habe ich darauf verzichtet, eine solche auf der geologischen Karte durchzuführen. Die Grenze zwischen beiden hätte ungefähr folgendermassen verlaufen müssen: Von der Spiaggia Lena (im Süden) nach der Portella, Serro dei Pisani und längs der Grenze zwischen Tuff und Basalt und über die Kurve 425 an den Chiappe lisce nach der Sorgente d'Acqua Termale.

der See her, wie auch zu Lande untersucht worden, und Mercalli war auch der erste, der auf die Verschiedenheit derselben von der übrigen Umwallung hinwies. Er hielt die merkwürdigen dickbankigen Laven für die Reste eines besonderen Kraters und glaubte irrtümlich, derselbe sei sicher älter gewesen „als der Monte Saraceno und vielleicht auch als der Krater des Piano selbst, weil es scheint, als hätte die zerstörende Thätigkeit des Meeres und der atmosphärischen Einflüsse in erheblichem Masse und länger auf ihn eingewirkt, wenn man den Zustand der vollkommenen Skelettierung ins Auge fasst, bis zu dem die Höhen des Serro di Capo Secco und des Monte Lentia zusammengeschwunden sind".[1])

Ich besuchte den Monte Lentia vom Serro Grotta di Ponente her, gegen den Monte Saraceno ansteigend. Der durch den Einsturz des Fossagebiets verursachte Steilabbruch hat offenbar ununterbrochenen Verlauf beim Uebergang von den Gebilden des Monte Saraceno nach den sauren Laven der Lentia, die basaltischen und sauren Laven sind zu gleicher Zeit zur Tiefe gebrochen. So stellt denn auch der nördlichste Teil der Umwallung an seiner Innenseite eine ziemlich steile Felswand dar, während weiter südlich gegen den Saraceno die Steilheit des inneren Gehänges gemildert ist durch junge und allerjüngste Tuffe und Sande, welch letztere häufig zu richtigen, schwarzen Dünen mit scharfen Rücken zusammengeweht sind.

Der Felsrücken ist aufgebaut von massigen, kaum merklich bankigen Laven mit seewärts gerichtetem Einfallen; am Serro Monte Minico ist zwischen dieselben eine ziemlich mächtige Bank grossblasiger dunkler Auswürflinge gelagert.

Auf die recht verschiedenartige Natur der Laven hat schon die ausführliche Beschreibung Mercallis hingewiesen. Am Capo Grosso, an der Punta Monaco, an der P. di Testa Grossa und an anderen Orten der Westküste beobachtete er „Trachyte" und „Trachyt-Andesite", welche er für die älteren der hier auftretenden Gesteine hält. Ihnen entsprechen drei Handstücke, welche ich im nördlichsten Abschnitte des Gebiets, nämlich am Serro Monte Minico, gesammelt habe: es sind meist sehr dichte, seltener an Hohlräumen reiche, bläulich oder rötlich graue Gesteine von dichter Grundmasse und bis zu 2 mm messenden Einsprenglingen eines grünen Augits und von Feldspath und manchmal durchsetzt von noch kleineren gelbbraunen Einschlüssen, welche als zersetzter Olivin zu deuten sind. Ein solches Gestein fand sich indessen auch auf einem höher gelegenen, von jungen Aschen fast bedeckten Riffe südlich der Lentia. Dem mikroskopischen Befund Mercallis entsprechen meine eigenen, an einer Reihe von Dünnschliffen gemachten Wahrnehmungen. Nach der Schilderung des italienischen Beobachters zeigt ein sehr dichtes Gestein von ausgesprochen rötlicher Farbe inmitten spärlicher glasiger Grundmasse Feldspath-, und zwar besonders Sanidinmikrolithen, wenig Augitmikrolithen, und recht kleine Magnetitkörnchen. Die porphyrischen Einsprenglinge sind: „Feldspäthe von zweierlei Dimensionen, nämlich grössere Sanidine und kleinere Plagioklase, und viel schwach dichroitische Augite und daneben, wiewohl selten, da und dort Olivin." Diese Varietät bezeichnet Mercalli als „Trachyt." Eine andere, die ausgezeichnet ist durch das Zurücktreten des Sanidins und manchmal etwas Biotit enthält, wird als „Trachyt-Andesit" beschrieben.

Nach ihrem makroskopischen Ansehen ganz anders geartet sind diejenigen Gesteine, welche am Monte Lentia anstehen und die grössere Masse der südlich davon zu Tage tretenden Felsen zusammensetzen: sie sind glasig, von dunkelgrauer oder schwarzer Farbe, rauhem, wachsartig-schimmerndem, nicht muscheligem Bruch, und eher mit dem sächsischen Pechstein als dem liparischen Obsidian zu vergleichen. Manchmal sind sie von Bändern durchlagert, welche deutlich an die vorher besprochenen glasarmen trachytischen Gesteine erinnern. An Einsprenglingen, die auch hier kaum das Mass von 2 mm überschreiten, sind wiederum grüner Augit,

[1]) 1891, S. 85.

Plagioklas und zuweilen frischer Olivin wahrzunehmen. Von diesem Gesteinstypus liegen mir acht Handstücke vor, und an sechs Dünnschliffen vermag ich nachzuweisen, dass derselbe nur eine glasige Abart der vorher erwähnten, von Mercalli als „Trachyte" und „Trachyt-Andesite" bestimmten Laven darstellt. Plagioklas ist hier wiederum fast stets vorwaltender Bestandteil der Grundmasse, die überdies sehr reich ist an ganz farblosem oder braunem Glas. Sanidin, oder vielmehr ein Feldspath ohne Zwillingslamellen, ist mehr oder weniger reichlich in der Grundmasse, aber auch unter den früher krystallisierten Einsprenglingen nachzuweisen, er ist z. B. recht reichlich in einer glasreichen Probe von Aconto enthalten. An weiteren Einsprenglingen sind unter dem Mikroskop ein lichtgrüner Augit, manchmal Biotit und mitunter reichliche Mengen von Olivin zu bemerken; Magnetit ist überall in ziemlicher Menge anzutreffen.

Mercalli, dem einige Proben solcher Gesteine vorgelegen haben, bezeichnet sie als „Andesiti felsitiche e obsidianoidi". Mir ergiebt die mikroskopische Untersuchung, dass sie den Trachyten näher stehen als den Andesiten, und da zudem die von Herrn Dr. Glaser vorgenommene Analyse eines der glasreichen Stücke einen Kieselsäuregehalt von 70,38 % ergeben hat, so muss ich die letzteren einstweilen zu den Lipariten rechnen. Ein genaueres chemisches Studium dieser Gesteine dürfte vielleicht ihre Stellung gegen die Dacite (Vulcanit) verschieben, wenn sich ergeben sollte, dass es sich im Feldspathgemengteil teilweise um Anorthoklas handelt. Die glasärmere, scheinbar etwas basischere Entwickelung ist zweifellos eng verknüpft mit der obsidianischen, sauren, und es herrscht demnach in den Produkten des Lentia-Vulkans eine ähnliche chemische Unbeständigkeit, wie sie denen der Fossa in so hohem Grade eigentümlich ist.

Von besonderem Interesse war noch die Klarlegung der Altersbeziehungen zwischen den letzten Produkten des Monte Saraceno und denen des Lentia-Vulkans. Wie schon gesagt, sollen die letzteren nach Mercalli die ältesten Gebilde der Insel darstellen; es würden sich dort demnach zuerst saure Laven, dann basaltische, hierauf wieder saure und endlich, gleichzeitig mit letzteren, am Vulcanello wieder basische ergossen haben. Ich habe hingegen bei einer Begehung des Serro di Capo Secco an der Grenze der beiden Vulkanreste den sicheren Beweis dafür gefunden, dass die Ausbrüche des Lentia-Kraters die unmittelbaren Vorläufer der Fossa-Eruptionen gewesen sind: die Laven und bunten Tuffe des Monte Saraceno, welche von der Regione Vallonazzo her gegen die Pietra Quaglietta einfallen, werden stellenweise von kleinen Resten saurer Laven überlagert, und die Tuffe sind durch das Vordringen dieser in unverkennbarer Weise gestaucht, gefältelt und etwas gefrittet worden. Andererseits beobachtet man auch an dem Liparit, da wo er gegen die unveränderten Schlackenbänke des Saraceno stösst, Anzeichen von Stauchung, die sich an plattenförmig abgesonderten Massen als Aufbiegung, an massigeren Blöcken vielleicht auch im Verlaufe ihrer Bänderung zu erkennen giebt, die deutliche Faltungen erfuhr. Die zähflüssigen Massen haben die dünnen, aber bereits etwas verfestigten Aschenbänke aufgebogen und vor sich hergeschoben und erfuhren selbst wiederum am Widerstande Aufstauungen; es bedarf einiger Aufmerksamkeit, um diese Erscheinungen am Serro di Capo Secco wahrzunehmen, denn ihr Umfang ist nur ein geringer. Das plattenförmig abgesonderte Gestein am Kontakt zeigt auch im übrigen einige Abweichungen von den in seiner Nähe anstehenden glasigen Lipariten. Es ist weniger frisch, von rauhem Bruch, durchsetzt von fluidal geordneten Hohlräumen und ähnelt eher einem Basalt; die mikroskopische Untersuchung des Dünnschliffs aber lässt keinen Zweifel über seine Zugehörigkeit.

Ein Handstück, das schon makroskopisch und mikroskopisch sich als ein biotitführender Basalt-Andesit zu erkennen giebt, schlug ich am östlichen Fusse des Serro Monte Minico. Ich unterlasse jede Vermutung über seine Zugehörigkeit und will nur darauf hinweisen, dass der Fundplatz sich an einem der tiefstgelegenen Punkte des Felsrückens befindet.

Es sei noch bemerkt, dass am Monte Lentia und am Serro del Capo Secco in ziemlicher Mächtigkeit dünnbankige, graue Tuffe auftreten, welche hier oft deutlich diskordant zu den darunterliegenden Tuffen des Monte Saraceno gelagert sind, stellenweise Bänke schaumigblasiger Auswürflinge enthalten und höchst wahrscheinlich von den frühesten Eruptionen der heutigen Fossa herrühren.

II. Die Neubildungen über dem Bruchfeld; Jung-Vulcano.

Die Fossa ist im Altertum beinahe berühmter gewesen als der Stromboli. Die Sage verlegte dorthin die Schmiede des Hephaistos, in der die Cyclopen Frohndienste leisteten, und auch zum Windgotte Aeolus wurde sie in ähnliche Beziehungen gebracht wie der Stromboli.

Ueber die erste Entstehung des Vulkans liegen keine historischen Nachrichten vor: er ist seit Menschengedenken thätig gewesen. Da er von der sicilischen Küste nur 24 km entfernt, auch von Lipari her sehr leicht zu erreichen ist, so wurde er von jeher viel besucht und beobachtet, zudem ja viele Jahrzehnte hindurch in seinem Krater die Gewinnung seines bemerkenswertesten Produkts, der Borsäure und daneben von Schwefel, in seiner Nähe auch die von Alaun getrieben worden ist. So ist denn die Fossa nach allen ihren Erscheinungen noch genauer bekannt als der überdies grössere und weit mühsamer zu untersuchende Stromboli; sie ist neben dem Vesuv wohl überhaupt der best bekannte Vulkan.

Das eingehendste Studium hat die Fossa gelegentlich ihrer prächtigen Ausbrüche während der Jahre 1888—1890 erfahren: damals hatte die Regierung eine Kommission zur Beobachtung des Kegels an Ort und Stelle gesandt, und die Mitteilungen derselben gehören zum Vollständigsten, was die vulkanologische Litteratur besitzt. Während besonders O. Silvestri sich mit dem Studium der geodynamischen Erscheinungen befasste, benutzte Mercalli die gebotene Gelegenheit, um die geologischen Verhältnisse des Berges und der ganzen Insel eingehender als es jemals zuvor geschehen war zu untersuchen.

Die Verhältnisse lagen, als ich um Ostern und im Dezember 1894 den Kegel bestieg, neuen Beobachtungen wenig günstig; denn nach seiner letzten Erregung war der Vulkan mehr denn je zuvor in den letzten hundert Jahren in den Solfatarenzustand zurückversunken. Der einst mächtige Krater hatte bedeutend an Tiefe verloren und zeigte die Erscheinungen, welche in früheren Zeiten auch im Zustand der Ruhe hohes Interesse geboten hatten, nur mehr in geringem Umfange.

Ich will im Folgenden an der Hand meiner eigenen selbständigen Beobachtungen und aller fremden Mitteilungen, welche mir über die Fossa bekannt geworden sind, ein Bild derselben entwerfen und hoffe keine nutzlose Arbeit zu unternehmen, wenn ich hier alle an weit verstreuten Stellen niedergelegten Wahrnehmungen anderer zusammentrage.

Als ein oben breitabgestumpfter Kegel von nicht ganz regelmässiger Gestalt und mit einem Umfange von 7 km erhebt sich die Fossa ganz frei und etwas excentrisch in einer unvollkommenen ringförmigen Umwallung, deren Radius ungefähr 2 km beträgt und die auf eine Länge von etwa 7 km im Westen, Süden und Osten erhalten ist, bis zu einer Höhe von 386 m. Ueber die örtliche Beschaffenheit der sie umgebenden Thalfurche habe ich schon früher gesprochen (S. 149 f.); hier sei nur noch erwähnt, dass dieselbe, soweit der

Boden nicht von jungen Sanden oder stellenweise auch von Laven bedeckt ist, allenthalben aus dem rötlichen älteren Tuff der Fossa besteht, welche auch besonders den östlichen Teil derselben zum grössten Teile ausmachen. Diese Tuffe erinnern sehr an Schlammabsätze und rufen den Gedanken wach, dass sie sich in stark durchfeuchtetem Zustande abgelagert haben; es sind dieselben Massen, welche auch den Monte Luccia in beträchtlicher Ausdehnung bedecken.

Die Umgebung der Fossa ist fast unbewohnt; abgesehen von einem kleinen Bauernanwesen auf dem nahegelegenen Aconto bestehen in ihrem Bereich nur die Baulichkeiten der ehemaligen Schwefel- und Borsäurewerke, die freilich zum grössten Teile in Ruinen liegen und aussehen, als ob sie einer Kanonade zum Opfer gefallen wären, in Wirklichkeit aber 1888 durch die Bomben des Vulkans zerstört worden sind. Vor dem letzten Ausbruch des Vulkans hatte man auf der Ebene zwischen dem Porto di Ponente und dem Porto di Levante Wein gepflanzt, und Ginstergebüsch soll den Kegel, wenigstens am Westabhang, sogar bis in einige Höhe bedeckt haben. Die glühenden Auswürflinge und Aschen haben fast alle Vegetation vernichtet, von der jetzt nur noch verkohlte Reste und kümmerliche Anpflanzungen nahe der ehemaligen Fabrik zeugen.

Die Fossa ist kein einfacher Kegel; schon ein Blick auf die Karte zeigt, dass hier im Laufe der Zeiten eine Verschiebung der Eruptionsöffnung stattgehabt haben muss. Die Grundfläche des Berges würde auch im Niveau des Meeres deutlich elliptische Form mit SW—NO grichteteter grösserer Axe besitzen, wenn nicht die Erosion an seinem NO-Abhange Steilhänge von stellenweise über 50 m Höhe geschaffen hätte. Dort treten recht mächtige Laven an das Meer heran, welche die Abwaschung des Kegels wenigstens verlangsamen. Fast überall bilden schmutzigrote, von den Regengüssen durchfurchte Tuffe den Abhang des Vulkans, welche Hoffmann[1]) nach ihrem Aussehen nicht unpassend mit den deutschen Keupermergeln vergleicht. Der Krater liegt südwestlich einer nicht unbedeutenden Abflachung, unmittelbar unter dem höchsten Gipfel des Berges. Dieser selbst erhebt sich östlich der tiefsten Stelle des Kraters und bildet zugleich den höchsten Punkt in dessen Umwallung, während letztere, nicht ganz genau gegenüber, über dem Piano delle Fumarole in *285 m Höhe ihre tiefste Einsenkung besitzt. Ausser dem tiefen, von Zeit zu Zeit in Paroxysmen verfallenden, gewöhnlich im Solfatarenzustand befindlichen Krater ist auf dem Gipfel des Kegels keine Eruptionsöffnung mehr zu erkennen. Dagegen geben sich in der Forgia vecchia am Nordabhang des Berges zwei allerdings längst erloschene parasitische Seitenöffnungen zu erkennen. Ihre Umwallung ist gut angedeutet gegen Süden, fast unkenntlich gegen Norden, da sich dort die Auswurfsmassen nur konkordant ihrer Unterlage, dem Abhange des Hauptkegels, anlegen konnten, welcher bereits das Maximum der Aufschüttungsböschung erreicht hatte. Von Norden her gesehen gleicht dieser kleine Krater umso eher einem tiefen Einriss als aus ihm ohnehin eine Wasserrinne nach der Ebene verläuft.

Ueber das ältere Tuffmaterial des Berges habe ich schon mehrfach gesprochen: gegenüber den grauschwarzen jungen Sanden, mit denen der Wind sein Spiel treibt, zeichnen sie sich durch ihre rostrote oder rötlichgraue Farbe und ihre Verfestigung aus. Stellenweise sind sie überzogen von einer harten rotbraunen Kruste. Trotzdem diese nur wenige

---

[1]) 1832, S. 59.

Millimeter Dicke erreicht, ist sie doch fest genug, um sich in grossen Platten von den Tuffen abheben zu lassen. Die oberste, etwa $^1/_4$ mm dicke Schicht dieser Kruste, wird auch durch heisse Salzsäure nicht zerstört und lässt bei Behandlung mit derselben auch keine Kohlensäureentwickelung wahrnehmen, welche etwa auf eine Verkalkung hindeutete. Sie ist stahlhart und behält auch nach der Behandlung mit Säure eine rostbraune Färbung bei, stellt also eine durch Eisen gefärbte Kieselsäure dar. Es besteht wohl kein Zweifel, dass diese Art von Krustenbildung ähnlich ist mit derjenigen, welche sich an allen Gesteinen der Liparen, den basischen wie den sauren, beobachten lässt.[1])

Uebrigens beschränkt sich das Auftreten jener Verkieselungen nicht nur auf die Oberfläche der Tuffe, sondern sie dringen in unregelmässiger Weise auch in dieselben ein und erzeugen konkretionäre Gebilde; gegen die Schutzrinde zu werden die sandigen Massen merklich dunkler und härter.

Ganz dieselben Rindenbildungen beobachtete ich auch an den Tuffen des Piano. Dort sind manche kleine durch die Erosion isolierte Tuffpfeiler von solchen Rinden überzogen, ein Beweis, dass die Entstehung der letzteren wohl ziemlich rasch vor sich geht. Der Bildungsweise liegt jedenfalls eine oberflächliche Zersetzung der grossenteils aus Glassubstanz bestehenden Tuffe zu Grunde.

Wie die Gesteine des alten Lentia-Kraters so weichen auch die zu verschiedenen Zeiten von der Fossa geförderten Laven unter einander nicht unwesentlich nach ihrer petrographischen Beschaffenheit ab. Sie sind schon von Mercalli[2]) recht eingehend geschildert worden. Die ältesten unter dem Tuffmantel des Berges hervortretenden Laven schwanken zwischen Basalt-Andesiten und Trachyten und sind alle olivinführend.

Zunächst ist zu bemerken, dass der Gesteinsbereich der Fossa bereits an der Punta Luccia beginnt. Ich sah dort deutlich, dass ein mächtiger Lavastrom an die abgebrochenen, weit dünneren Basaltbänke des Monte Luccia stösst und scharf daran abschneidet; er ist bedeckt von etwa 8 m mächtigen grauen Tuffen der Fossa und stellt einen älteren Erguss dieser letzteren dar. Das graue, grossblasige Gestein ist reich an Augit und Feldspatheinsprenglingen; unter dem Mikroskop ergeben sich letztere sowie der grösste Teil der holokrystallinen Grundmasse als Plagioklas zu erkennen. Die in der Grundmasse enthaltenen Feldspathe ohne Zwillingslamellierung sind vielleicht als Orthoklas anzusprechen, und das Gestein würde dann als ein den Trachyten nahe stehender Augitandesit zu bezeichnen sein, der übrigens reichlichen Olivin und viel Apatit führt. Durch seine Struktur, durch seinen auffallenden Gehalt an letzterem Mineral einerseits, durch das Zurücktreten des Magnetits andererseits unterscheidet es sich unschwer von den auf der Insel verbreiteten Basaltandesiten.

Ein an der Klippe vor Punta Roja geschlagenes Handstück ist so stark zersetzt, dass eine weitere Besprechung unnötig wird. Dagegen findet sich wiederum eine recht frische Lava an den Punte Nere; sie wurde von Mercalli als eine trachi-andesite peridotifera beschrieben. Nach ihm — und damit stimmen meine eigenen Beobachtungen überein — enthält das rötlich-graue Gestein zahlreiche porphyrische Einsprenglinge von Augit, Plagioklas und Sanidin, manchmal von 1 cm Länge. Die Grundmasse ist holokrystallin und enthält grössere Ausscheidungen von Sanidin, kleinere von Plagioklas und daneben nicht eben viel Körner von Augit und Magnetit. In dem mir vorliegenden Schliffe bemerke ich ziemlich viel Olivin und wiederum recht reichlichen Apatit. Die Verwandtschaft mit dem Gestein von der Punta Luccia ist eine unverkennbare, indessen enthält die Lava von den Punte Nere noch mehr Sanidin als jene und steht auch nach ihrer miskroskopischen Natur den Trachyten näher.

---

[1]) Siehe z. B. S. 107 und die „Zusammenfassung".

[2]) 1892, S. 104 ff.

Ein weiteres Gestein, das die westlichste der Punte Nere bildet, bezeichnet Mercalli als eine „andesite passante a basalte“. Es enthält etwas glasige Grundsubstanz und neben Einsprenglingen von Augit, Plagioklas und zersetztem Olivin die beiden ersteren Elemente auch in der Grundmasse.

„Nördlich von den Punte Nere, am Porto di Levante, an einem Platz, welcher Sotto Corrugedo genannt wird“, beobachtete Mercalli an der Basis des Berges sehr stark veränderte Laven, welche er als hypokrystallinen Augit-Andesit bestimmte. Die umgebenden Tuffe sowie die stark gefalteten Lavabänke selbst sollen auffällige Kontakterscheinungen erkennen lassen. Nach Mercalli sollen jene Gesteine von den frühesten Ausbrüchen der Fossa herrühren.

Hält man weiter Umschau nach anderen Laven der Fossa, so begegnet man südwestlich der früheren Fabrik einer kleinen felsigen Erhebung inmitten angewehter Sande. Das Gestein derselben scheint äusserlich verwittert zu sein, da es stellenweise stark durchsetzt ist mit Brauneisen; der Dünnschliff ergiebt indessen ein recht klares Bild, und man erkennt einen olivinführenden Trachytandesit, ganz ähnlich demjenigen, welchen ich den Punte Nere entnahm. Durch Augit- und besonders durch Plagioklas- und Sanidin-Einsprenglinge, welch' letztere einen Dnrchmesser von 1 cm erreichen, erhält das Gestein porphyrisches Aussehen. Die Grundmasse ist reich an braunem Glas.

Südlich der Fossa trifft man nahe der Grotta dei Palizzi auf die Stirne eines älteren Lavastroms, dessen recht frisches, rötlichgraues Gestein reich ist an Einsprenglingen von Augit, Sanidin, Plagioklas und Olivin und, wie das Mikroskop zeigt, als ein olivinführender Trachyt zu bezeichnen ist; von allen älteren Laven des Kegels steht diese, welche die anderen an Frische übertrifft, den echten Trachyten am nächsten. Im Gegensatz zu Mercalli, der das Gestein einen Augitandesit mit spärlichem Sanidingehalt nennt, fand ich in zwei, von verschiedenen Proben gewonnenen Schliffen den monoklinen Feldspath in sehr beträchtlicher Menge sowohl in der Grundmasse als auch als Einsprengling vor.

Nach Mercalli beginnt dieser Strom ungefähr 80 m unterhalb des Fossarandes und ist bis zur Basis des Kegels zu verfolgen, wo er mit einer mindestens 200 m breiten Stirn endigt. Er bildet so ziemlich die einzige das Interesse fesselnde Erscheinung in dem aus einförmigen Tuffen bestehenden Ringthale.

Der olivinführende Trachyt bei der Grotta dei Palizzi wurde von den Herren Heidepriem (I) und Henle (II) im k. Universitäts-Laboratorium der Analyse unterworfen, welche zu folgenden Resultaten führte:

	I	II
SiO_2	59,48	58,97
Al_2O_3	16,87	18,55
Fe_2O_3 / FeO	8,55	7,80
MgO	2,30	1,64
CaO	5,29	4,54
Na_2O	3,79	—
K_2O	3,85	—
	100,13	

Der auffälligste Lavastrom am Abhange der Fossa ist der Obsidianstrom an ihrer Nordseite, die „Pietre Cotte“. Da derselbe unmittelbar an dem zumeist begangenen Wege nach dem Krater liegt, ist er auch schon vielfach besprochen und beschrieben

worden. Die Zeit seines Ausbruchs verlegt Dolomieu[1]) in das Jahr 1775, und auch Spallanzani,[2]) Hoffmann[3]) und Judd[4]) sind geneigt, an dieser Zeitbestimmung festzuhalten. Während Dolomieu seine Angabe ohne weitere Mitteilung der Quelle giebt, aus der er sie schöpfte, wurde sie durch Ferrara[5]) nachdrücklich in Zweifel gesetzt: in seinen „Campi flegrei" bietet der letztere eine so ausführliche Aufzählung verschiedener Ausbrüche des Vulkans im 18. Jahrhundert, dass ich nicht daran zweifeln möchte, dass Ferrara über die Thätigkeit des Berges am besten unterrichtet gewesen ist. Die Zeit des Ausbruchs der „Pietre cotte" ist ihm unbekannt; er möchte sie für viel früher halten, als sie Dolomieu angab, und betont ausserdem, dass von 1771 bis auf seine Zeit (1810) keine Eruption mehr stattfand. Man wird sich deshalb nach meinem Dafürhalten mit der Gewissheit bescheiden müssen, dass die „Pietre cotte" den jüngsten Lavastrom der Fossa darstellen, dessen Entstehung nach der ganzen, noch näher zu beschreibenden Art seines Vorkommens zu schliessen in die historische Zeit, vielleicht in die jüngsten Jahrhunderte fällt.

Beim Aufstieg nach dem nördlichen Kraterrand ist die Lava fast vom Fusse des Kegels bis zur Höhe von ca. 150 m, also bis 90 m unterhalb des Piano delle fumarole zu verfolgen. Was sie von den bisher aufgezählten Laven der Fossa unterscheidet, ist ihr obsidianischer Charakter, der oberflächlich recht an die älteren Obsidiane Liparis, besonders des Capistrello, erinnert. Noch reichlicher als diese enthält sie Gesteinseinschlüsse und Mineraleinsprenglinge. Erstere waren bereits v. Buch[6]) und Hoffmann nicht entgangen; letzterer erwähnt „nussgrosse Kerne von rötlichgrauer und grauer dichter Thonsteinmasse voll weisser glasiger Feldspath- und Augitkörner", die augenscheinlich wohl nichts anderes seien, „als die ganz entglaste und kompakt gewordene Masse, welche, aufgebläht und glasig, den ganzen Strom bildet". Hoffmann nennt die Lava eine „Glas- und Bimsstein-Lava", womit ihr allgemeines Aussehen gut genug charakterisiert ist. Sie ist „fast immer voll sehr langgezogener plattgedrückter, meist 3—4 Fuss langer Blasenräume, deren Inneres mit langen, rohen Bimssteinfasern erfüllt ist."

Ein von dem Engländer Thompson mitgebrachtes Stück vom Lavastrom der Pietre cotte beschreibt v. Buch schon früher in ganz ähnlicher Weise: „Viele lange Blasen durchziehen das Stück; und in jeder Blase liegt ein Stück von Porphyr. Zwar erkennt man hier die Hornblende des Porphyrs nur schwer. Allein in Thompson's Sammlung befanden sich Porphyrstücke im Obsidian wie die Fäuste gross: Trappporphyr. Eine graue splittrige Hauptmasse mit glasigem Feldspath und Hornblende, ohne Quarz. Eine fortlaufende Progression von den grössten bis zu den kleinsten Stückchen erweist, dass alle feste Körner in den Blasen, noch eben solcher Porphyr sind. Gleichlaufend mit der Richtung dieser langgezogenen Blasen, laufen Schalen des Obsidians, welche das Porphyrstück umgeben, wie so oft der Feldspath im Gneuss vom Glimmer eingewickelt ist. Die Blase hat eine bestimmte Richtung vom Porphyrstück aus und dehnt sich auf den Seiten nicht aus. Thompson nannte solche Blase: die Atmosphäre des inneliegenden Stücks. Und wohl merkwürdig ist es, dass

---

[1]) 1783, S. 34. [2]) 1792, S. 209. [3]) 1832, S. 62. [4]) 1875, S. 104.

[5]) 1810, S. 234. Houel erwähnt nichts von den Pietre cotte, auch auf seinen Bildern ist nichts davon zu sehen, obwohl sein Besuch erst ins Jahr 1776 fällt. Indem auch er von einer Eruption im Jahr 1775 spricht, lehnt er sich offenbar an den von ihm bald darauf citierten Dolomieu an. Houels Buch trägt zwar die Jahreszahl 1782, ist aber erst frühestens 1783 vollendet worden.

[6]) 1809, S. 300. Ges. Schr. II. S. 59.

nie ein Porphyrstück ohne Blase umher vorkommt. Es hat sich etwas Gasförmiges aus dem Porphyr entwickelt, welches durch eine innere Bewegung des Obsidians (im Fliessen) vorwärts getrieben worden ist.“

Einige der mir vorliegenden Stücke erinnern an die „Thonsteinlaven“ des Monte Giardina. Sphärolithische Entglasung ist häufig. Ein anderes Stück, das aus schwarzem Obsidian besteht, enthält zahllose, in der gleichen Richtung langgestreckte Hohlräume von winzigen Dimensionen bis zu mehreren Centimetern Länge. Der Querschnitt der grösseren ist gewöhnlich rund, nicht elliptisch, ihre Gestalt mehr oder weniger eiförmig. Ihre Wandung ist bedeckt mit einer dünnen grauen Schicht einer schwach doppelbrechenden Substanz, die jedenfalls gleichartig ist mit derjenigen der Sphärolithe und manchmal in „blumenkohlartige Excreszenzen“ (Hoffmann) übergeht. Auch winzige, farblose, schwach licht- und doppelbrechende Kryställchen finden sich über dieselbe zerstreut. In sehr zahlreichen Fällen umschliessen diese Hohlräume noch einen unregelmässig gestalteten, von einer ähnlichen Rinde umhüllten Kern von fremdem Gestein, der dann oft nur locker an der Wand festgebacken ist. Diese Einschlüsse sind ungemein häufig in dem Gesteine und von den verschiedensten Dimensionen, oft nur so gross wie ein Hirsekorn. Stets aber sind sie umhüllt von einer dünnen Rinde des grauen Entglasungsprodukts.

Die mikroskopische Untersuchung dreier Dünnschliffe ergab, dass das Gestein der Hauptsache nach aus Glas besteht, das im Dünnschliff farblos erscheint und durchsetzt ist von fluidal angeordneten Mikrolithen von Augit; dass es sich um diesen und nicht um Plagioklas handle, der nach Mercalli die Mikrolithen bildet, ergiebt sich aus der starken Licht- und Doppelbrechung, aus der grünen Farbe und der sehr hohen Auslöschungsschiefe dieser letzteren. Da und dort beobachtet man zwar einen Einsprengling von Olivin, grünem Pyroxen oder Plagioklas, unmittelbar umschlossen von der glasigen Grundmasse. Fast immer aber bilden grössere Individuen dieser Mineralien den Ausgangspunkt für eine sphärolithische Entglasung des Gesteins, ebenso wie eine solche auch um die früher erwähnten Gesteinseinschlüsse stattgefunden hat. Diese letzteren besitzen ganz die Beschaffenheit der seinerzeit erwähnten Einschlüsse im Obsidian des Capistrello auf Lipari und sind gleichfalls als Dolerite zu bezeichnen.

Die Sphärolithe und die die Einschlüsse umhüllende graue Rinde bestehen unter dem Mikroskope in ihrem Kern aus einer radialfaserigen, schwach doppelbrechenden Substanz, deren Centrum manchmal ein oder mehrere Plagioklasleistchen oder eine Gruppe von Tridymitblättchen umschliesst, und die selbst durchsetzt ist von Eisenerzkörnchen. Nach aussen zu folgt dann eine bräunlichgelbe, durchsichtige, manchmal gleichfalls stark doppelbrechende dünne Hülle und auf diese eine schmutzig braune, durch zahllose kleinste Körnchen fast undurchsichtige, radialstruierte, nur sehr schwach aufhellende Aussenschicht.

Die im Gestein auftretenden Pyroxene und Plagioklase dürften zweierlei Herkunft sein. Die ersteren zeigen teils einen Pleochroismus von braungrün zu gelbgrün und blaugrün und sind mitunter deutlich angeschmolzen: es ist das weitaus die grössere Menge und stimmt überein mit denjenigen, welche an der Zusammensetzung der Gesteinseinschlüsse teilnehmen, so dass ich sie für Fremdlinge halte, welche diesen letzteren entstammen. Zum Teil aber sind sie viel heller gefärbt, mit immerhin deutlichem Pleochroismus zwischen gelbgrünen und bläulichgrünen Tönen: sie treten gegen erstere sowohl nach Grösse als Zahl zurück und möchten als wahre Ausscheidungen des Gesteins zu bezeichnen sein. Aehnliches mag auch für die Plagioklase gelten: solche mit viel Schlackeneinschlüssen besitzen ganz den Charakter derjenigen, welche man im Dolerit beobachtet, und daneben erkennt man auch viel einschlussfreiere, die wohl echte Ausscheidungen darstellen. Der im übrigen sehr frische Olivin, welcher im Dolerit stellenweise schöne Krystallform zeigt, ist im Glase mehr oder weniger gerundet.

Trotz der zahlreichen, mehr oder weniger resorbierten basischen Einsprenglinge besitzt das Gestein nach einer Analyse Ricciardis[1]) noch die Zusammensetzung eines Liparits:

[1]) Bei Mercalli, 1892, S. 104.

SiO_2	=	73,64
P_2O_5	=	0,34
Al_2O_3	=	15,07
FeO	=	1,63
MnO	=	Spuren
CaO	=	2,63
MgO	=	0,65
K_2O	=	2,91
Na_2O	=	3,06
Glühverlust	=	0,54
		100,47

Schon Sabatini,[1]) der das Gestein kurz beschrieben hat, bezeichnet die „Pietre Cotte" als rhyolithischen Obsidian, womit auch die Benennung seitens Mercallis übereinstimmt.

Ein den Pietre Cotte ganz ähnlicher Obsidianstrom, wie jene reich an doleritischen Einschlüssen, aber weniger frisch, ist auf der Südwestflanke des Kegels zum Erguss gekommen.

In ganz ähnlicher Weise wie die sonstigen sauren Laven des Inselgebiets zeigen auch die Obsidianströme der Fossa, und zwar besonders der an der Nordseite, alle die Biegungen und Stauchungen der gebänderten zähen Massen.

Vom östlichen Rande der Pietre Cotte sieht man hinab in die Forgia vecchia, welche aus zwei bereits erwähnten Adventivkratern besteht, über deren Entstehungszeit nähere Nachrichten fehlen. Der flache Boden des unteren Kraters soll nach verschiedenen Angaben 30—60 m Durchmesser besitzen, ich selbst schätzte den letzteren auf 40 m. Mercalli[2]) giebt für die Durchmesser des nicht ganz kreisförmigen oberen Randes 200 und 250 m an. Der Krater ist zum Teil ausgefüllt von Tuffschlamm, welchen die Regenwässer in ihm absetzen und hat scheinbar seit langer Zeit keine auffallendere Thätigkeit mehr geäussert; nach Cortese[3]) ereigneten sich in ihm im Jahre 1888 zur Zeit der grossen Fossa-Eruption geringfügige Schlammausbrüche.

Am westlichen oberen Rande der Forgia vecchia erreicht man in *170 m Höhe die unterste der Fumarolen des äusseren Kraterrandes, und auf dem weiteren Weg zum Piano delle fumarole liegen etwas weiter nach rechts eine kleinere *19 m und eine grössere *33 m höher. In der Höhe von *242 m erreichte ich den Piano delle fumarole, eine schmale Terrasse, welche vom grossen Krater noch getrennt ist durch einen Aschenwall, dessen niedrigste Einsenkung und zugleich die geringste Höhe des ganzen Kraterwalles ich zu *285 m bestimmte. Die bedeutendsten Fumarolen, deren Rauschen auf einige hundert Meter Entfernung hin zu vernehmen ist, liegen in einer Höhe von etwa 200 m gerade östlich über der Forgia vecchia und sind wegen der Steilheit und Brüchigkeit des Bodens nicht zugänglich.

Die Fumarolen des Piano sind nach Stärke und Zahl recht veränderlich; doch scheinen sie schon seit langer Zeit zu bestehen, und ihre grösste Intensität oberhalb der Forgia vecchia zu besitzen. Nach Mercalli hat ihre Heftigkeit während des letzten Ausbruchs sehr stark zugenommen, und es öffneten sich solche sogar nur 50 m über dem Thalboden am Rande

[1]) 1892, S. 116. [2]) 1891, S. 87. [3]) 1892, S. 52.

der Forgia vecchia gegen die „Pietre cotte“ zu und auf letzterem Lavastrome selbst. Schon einige Monate vor dem grossen Ausbruch war die Fumarolenthätigkeit so gewachsen, dass die mit der Gewinnung des Schwefels beschäftigten Arbeiter sich ihnen nicht mehr zu nähern vermochten, und in der Nacht vom 3.—4. August 1888, unmittelbar vor dem Erwachen des Kraters, brachen Flammen aus ihnen hervor.

Die heissen Dämpfe entströmen Spalten, deren Wände ausgekleidet sind mit faserigem, an der Oberfläche feinschuppigem Schwefel, oder aus etwa 1 m hohen, ofenförmigen Gebilden, die gleichfalls aus Schwefel und etwas sandigem Material bestehen, das der heisse Gasstrom mit emporgerissen hat. Diese Schlöte oder Oefen haben äusserlich sehr viel Aehnlichkeit mit den Sinterkegeln heisser Quellen und Geysire. Mit dumpfem Tosen entweicht das Gas stossweise den Oeffnungen, und seine Temperatur ist eine so hohe, dass man sich den grösseren Fumarolen kaum zu genauerer Untersuchung nähern kann; auch macht der sehr intensive Schwefelwasserstoffgeruch mitunter einen längeren Aufenthalt in ihrer Nähe beschwerlich oder unmöglich. An zwei Fumarolen bestimmte ich die Temperatur des austretenden Gases gleichmässig zu 96°. Die schon aus grosser Ferne sichtbaren, von Schwefel und Gyps umgebenen Fumarolen auf dem Piano und vor allem die am oberen östlichen Rande der Forgia vecchia gelegenen, unzugänglichen Dampfausströmungen stellen die hauptsächlichsten Erscheinungen vulkanischer Thätigkeit an der heutigen Fossa dar.

Nach kurzem Anstieg gelangt man vom Piano nach der tiefsten Einsenkung des Kraterrandes, dem vorhin erwähnten Punkt *285.[1]) Man steht nunmehr vor dem Krater selbst, der ehedem die höchste Bewunderung aller Besucher erregte, seit der letzten Eruption aber sehr viel an seiner Grossartigkeit eingebüsst hat. Ueberall ist der Boden bedeckt von einer weissen, aus feinfaserigem Gyps bestehenden Kruste, die stellenweise lebhaft rot gefärbt ist. In ihr eingebettet und fest verkittet liegen Auswürflinge von jeglicher Grösse, oft so stark zersetzt, dass sie zu mürben, weisslichen kaolinischen Massen geworden sind und auch die Pyroxen-Einschlüsse eine völlige Bleichung erfahren haben; zierliche Kryställchen von Schwefel haben sich allenthalben auf Kluftflächen angesiedelt. Häufig sind die zersetzten eckigen Lapilli äusserlich überzogen von einer Kruste von weissem Opal, der sich auch zwischen denselben abgelagert hat und offenbar von der Einwirkung wässeriger Oxyde des Schwefels auf das Gestein herrührt. Ueberall im weiten Umkreis um den Krater zeigen sich kleinere oder grössere Fumarolen, sei es als kleine Wölkchen, die alsbald in der Luft zerschmelzen, sei es als dichte Dampfsäulen. Eine merkwürdige Erscheinung ist es, dass die Dampfausströmungen meistens aus den Spalten geborstener grosser Bomben vor sich gehen, wie solche in beträchtlicher Menge herumliegen; sie ist wohl damit zu erklären, dass die kleineren Lapilli sich alsbald zu dichten, lückenlosen Massen zusammengelagert haben, welche teils durch die Fumarolenabsätze, sei es durch die mit Regenwasser eindringenden Salze und Gyps verkittet wurden und so den Durchzug der Dämpfe verhinderten. Ausser Gyps waren nur spärliche Schwefelabsätze in der Umgebung des Kraters zu finden. Die entstehenden

[1]) Die Höhe desselben wird von früheren Besuchern verschieden angegeben: so von Hoffmann zu 847 Par. Fuss = 275 m, von Baltzer zu 245 m, von Salino (S. 167) und danach von Judd zu 269 m, von Cortese (S. 53) zu 295 m; nach der italienischen Generalstabskarte vom März 1888 beträgt die geringste Erhebung des Kraterrandes ca. 280 m. Riccò bestimmte die Höhe 1895 barometrisch zu 275 m.

löslichen Salze, wie Alaun, werden durch die Regenwässer wohl leicht weggeführt und scheinen in dem Boden zu versickern. Auf die chemische Beschaffenheit der früheren Produkte des Vulkans werde ich später eingehender zurückkommen.

Von ihrer tiefsten Stelle aus steigt die Umrandung des Kraters beiderseits nach dem 386 m[1]) hohen Gipfel des Berges an, indem sie gegen Süden zu gleichzeitig in steile, nach dem Krater abfallende Wände übergeht; an den Abstürzen, über denen sich jenseits des Kraters der Gipfel erhebt, bemerkt man mehrfache Diskordanzen der sie zusammensetzenden Tuffbänke, wie sie durch eine sogleich näher zu besprechende Verschiebung der Eruptionsaxe des Kegels in früheren Epochen bedingt wurden. Die den südlichen Teil des Walles bildenden Tuffe entstammen einer Zeit, wo der Kegel der Fossa höher war als heute, und der Gipfel des Kraterrandes zeigt in solcher Beziehung Aehnlichkeit mit der Cima dello Stromboli (S. 25). Auch die Spuren früherer Fumarolenthätigkeit lassen sich an den steilen südlichen und westlichen Teilen des Kraterrandes deutlich erkennen und geben sich auch an dessen Aussenseite durch bunte, weisse, gelbe und rote Färbungen kund, wenn man den Kegel von Süden, etwa vom Monte Saraceno her, betrachtet.

Beim Aufstieg nach dem Gipfel von Norden her wird man weitere Anzeichen dafür gewahr, dass die gegenwärtige Lage des Kraters nicht die ursprüngliche ist, wie ich schon früher (S. 164) betont habe. Schon Baltzer[2]) hat eine ältere Umwallung im Nordosten der jetzigen Fossa bemerkt, und auch die Karte giebt deutlich genug zwei konzentrisch zum Kraterumfang verlaufende Ringwälle an, die Mercalli[3]) mit zwei Moränen vergleicht, und welche ich mit ihm für Aufschüttungen, alte Kraterränder der jetzt nach Südwesten verschobenen Eruptionsöffnung halte. Im übrigen bot der Besuch des Gipfels noch einen ausgezeichneten Blick auf den südlichen Inselteil, die gewaltigen Bruchränder des Piano, die schluchtendurchrissenen Tuffmassen des letzteren, den Hügelkranz im Süden und den Monte Saraceno. Nach Norden zu geniesst man eine prächtige Fernsicht nach dem zierlichen Vulcanello und die ganze vielgestaltige Inselgruppe. (Tafel XII.)

Der Krater des Vulcano war ehedem berühmt wegen seiner Schönheit und darf jetzt noch als ein bewundernswertes Muster der Kraterbildung bezeichnet werden. Bevor ich von seinem gegenwärtigen Zustand spreche, möchte ich zunächst die bis ins Altertum zurückreichenden Berichte über die Fossa kurz zusammenstellen und dann versuchen ein Bild von diesem prächtigen Krater zu entwerfen und dem Leser eines der geologischen Wunder rekonstruieren, von dem sich gerade in den Jugendjahren der geologischen Wissenschaft so mancher Forscher Belehrung erholte, das aber jetzt leider wohl für lange Zeit, wenn nicht für immer, sehr an Erhabenheit eingebüsst hat.

Die aus dem Altertum stammenden Nachrichten über die Insel hat Cluverius ziemlich vollständig zusammengetragen. Danach hatte dieselbe verschiedene Namen: Thermessa, Therasia, Hiéra, Insel des Hephaistos, Vulcani insula, Vulcania, aus welch letzterem der schon zu Cluverius Zeiten übliche Namen Vulcano (Volcano, Bulcano, Bolcano, Burcano, Borcano) hervorgegangen ist. Allgemein, und zwar öfters als von derjenigen des Stromboli,

---

[1]) Meine Messung dieses bisher noch nicht trigonometrisch bestimmten Punktes ergab 384 m, Hoffmann fand 1224 Par. Fuss = 398 m, Deville (1856, S. 682) 387 m.

[2]) 1875, S. 41. Taf. III. [3]) 1891, S. 87.

wird im Altertum von einer Thätigkeit des Vulkans berichtet, die freilich irrtümlicherweise häufig nach Lipari verlegt wird.[1])

Schon Thucydides[2]) erzählt die Sage, dass sich unter dem Feuer und Rauch ausspeienden Berg die Werkstätte des Hephaistos befinde; dasselbe berichten auch der Scholiast des Apollonius,[3]) Callimachus[4]) und später wieder Virgil,[5]) der das Treiben der Cyclopen in der Tiefe und den Wiederhall der schweren Hammerschläge ausmalt. Callias[6]) erwähnt zwei Krater, von denen der eine drei Stadien Umfang besitze; weithin leuchte sein Feuerschein, ungeheure Steine würden daraus geschleudert und sein Tosen fünfzig Stadien weit gehört. Die ausgeworfenen Steine seien rotglühend und ganz verbrannt. Während man in der Nacht das Feuer sähe, gäbe er tagsüber nur Rauch von sich. Diodorus Siculus[7]) spricht von heftigen Ausbrüchen des Stromboli und des Vulcano und stellt die Vermutung auf, die beiden müssten wohl mit dem Aetna durch unterirdische Kanäle verbunden sein, weshalb sie abwechselnd mit diesem Flammen spieen. Nach Pausanias[8]) bricht auf dem Gipfel von Hiera Feuer hervor; am Meere lägen warme Bäder, die so heiss seien, dass man nur ganz langsam hineinsteigen könne. Solinus,[9]) Plinius,[10]) Cornelius Severus[11]) sprechen gleichfalls von einer Thätigkeit des Vulkans. Letzterer unterscheidet einen grösseren erkalteten und einen kleineren noch brennenden Inselteil. Von einer Thätigkeit des Berges berichtet auch Pomponius Mela:[12]) Hiera und Strongyle brannten ebenso wie der Aetna.

Wie der Stromboli, so galt im Altertum mitunter auch der Vulcano als Wohnsitz des Aeolus, und gerade wie die Strombolesen, so sollten auch die Liparoten verstanden haben, aus dem Verhalten des nahen Vulkans auf das kommende Wetter zu schliessen. Strabo[13]) beschreibt die Insel folgendermassen und berichtet dabei über den erwähnten Glauben: „Zwischen ihr (Lipari) und Sicilien liegt Thermessa, welche jetzt „die dem Hephaistos Geweihte“ heisst, durchaus felsig, öde und voll unterirdischen Feuers.

„Sie hat drei Feuerausbrüche, gleichsam aus drei Kratern. Aus dem grössten schleudern die Flammen sogar glühende Steinmassen empor, welche schon einen grossen Teil der Meerstrasse verschüttet haben. Infolge von Beobachtungen glaubt man, dass mit den Winden zugleich auch die Flammen zunehmen, sowohl hier als im Aetna, und dass, wenn jene aufhören, auch die Flammen aufhören. Dies aber ist nicht unbegründet. Denn auch die Winde werden von den Ausdünstungen des Meeres erzeugt und, nachdem sie ihren Anfang genommen, genährt, so dass, wer solches nur irgendwie beachtet, sich nicht verwundern wird, dass auch das Feuer durch einen verwandten Stoff und ein ähnliches Begegnis entflammt wird. Polybius[14]) berichtet, von den drei Kratern sei der eine zum Teil eingesunken, die anderen aber noch vorhanden; der grösste habe einen runden Rand von fünf Stadien (800—900 m) im Umfange, verenge sich aber allmählich bis zu einem Durchmesser von 50 Fuss; von ihm sei bis zum Meere eine Tiefe von einem Stadium, so dass man es bei Windstille erblicke. Wenn nun der Südwind wehen wolle, so verbreite sich rings um

[1]) Dies gilt für die Angaben, welche ich bei Callimachus (ad Dianam, 47 ff.), Silius Italicus (Punica XIV. 56—57) und Cl. Claudianus (Raptus Proserpinae II. 174) finde. Vergl. S. 141.

[2]) III. 88. [3]) Arg. III. 41. [4]) l. c. [5]) VIII. 416.

[6]) Fragment des X. Buchs im Schol. des Apoll. Rhod. III. 41. Müllers Ausgabe S. 383.

[7]) V. 7. 3 ff. [8]) X. 11. 4. [9]) Mommsen'sche Ausgabe S. 54. [10]) III. 14. [11]) 436—440. [12]) Meisners Ausgabe II. 7. 164. [13]) VI. 2. 275—276. Forbigers Uebersetzung II. S. 40 f. [14]) Buch XXXI. 11. 12—20.

die Insel ein neblichtes Dunkel, so dass nicht einmal Sicilien aus der Ferne her sichtbar sei; wenn aber der Nordwind sich erheben wolle, dann stiegen helle Flammen aus dem genannten Krater in die Höhe, und er gebe ein stärkeres Getöse von sich; der Westwind endlich bewirke einen in der Mitte liegenden Zustand. Die anderen Krater wären zwar von gleicher Gestalt, ständen ihm aber an Gewalt der Feuerausbrüche nach, und schon aus der Verschiedenheit des Getöses und aus dem Orte, von wo die Ausbrüche, Flammen und Rauchwolken beginnen, lasse sich auch der Wind vorher bestimmen, welcher am dritten Tage wieder wehen werde. Auch sagten manche Leute auf den liparischen Inseln, wenn zur Schiffahrt ungünstige Zeit eingetreten, den künftigen Wind voraus und täuschten sich nie. Deshalb scheine ihm denn auch das, was alle für einen fabelhaften Ausspruch des Dichters hielten, nicht ohne Grund gesagt; sondern er habe vielmehr die Wahrheit angedeutet, wenn er den Aeolus den Verwalter der Winde nenne, worüber wir schon früher hinlänglich gesprochen haben."

Soweit die angeführten Berichte genauere Mitteilungen enthalten — und derjenige von Polybius-Strabo macht den Eindruck richtiger und zuverlässiger Darstellung — ergiebt sich, dass im Altertum zwei oder drei Krater thätig gewesen sind. Von zwei Kratern spricht, wie sich später zeigen wird, auch 1764 d'Orville, und es ist nicht unmöglich, dass vielleicht während des letzteren Anwesenheit (1727) die Forgia vecchia noch thätig gewesen ist. Ein sicherer Beweis, dass vor zweitausend Jahren die Insel Vulcano viel anders ausgesehen habe als jetzt, ergiebt sich aus Strabos Worten nicht; denn auch damals könnte ja ausser dem Hauptkrater, dessen von Polybius angegebene Dimensionen merkwürdig gut zu denjenigen stimmen, welche dem Krater bis in die jüngste Zeit eigen waren, die Forgia vecchia thätig gewesen sein, und als dritter der drei Krater wäre vielleicht nicht mit Unrecht der Vulcanello aufzufassen. Letzterer befand sich bis in die jüngsten Jahre, wenigstens zeitweise, im Zustand einer schwachen Solfatara und ist thatsächlich, gerade so wie die alten Schriftsteller berichten, auf der einen Seite, nämlich gegen Osten zu, wohl durch die Erosion des Meeres eingestürzt. Zu Polybius Zeiten aber (im 2. Jahrh. v. Chr.) hat sicherlich der Vulcanello schon bestanden.

Aus dem Mittelalter kenne ich nur den Bericht über die Reise des hl. Willibald nach dem Vulcano (729). In der von der Heidenheimer Nonne verfassten Biographie heisst es folgendermassen:[1] „Und er kam nach der Stadt Reggio in Calabrien. Und von da fuhren sie nach der Insel Vulcana, wo die Hölle des Theodorich ist. Als sie dorthin kamen, stiegen sie aus dem Schiffe, um zu sehen, wie die Hölle sei. Und Willibald, voll Neugierde und Eifer, zu schauen, wie es in jener Hölle drinnen aussehe, wünschte auf den Gipfel des Berges zu steigen, von wo es in die Hölle hinunter ging, und konnte es doch nicht, weil dort in Masse die Aschen lagen, welche aus dem grässlichen Abgrund bis an den Rand heraufreichten; und, wie wenn vom Himmel herab ein Schneegestöber schimmernde Schneemassen aus den luftigen Aetherhöhen zusammenhäuft, so lagen, gerade so wie der Schnee, die Aschen in dichten Mengen auf dem Gipfel des Berges, so dass sie den Willibald am Aufstieg verhinderten. Aber trotzdem sahen sie das abscheuliche und furchtbare, unheimliche Feuer stossweise aus der Grube hervorbrechen; wie den Blitz eines dröhnenden Donners, so sah er mit Schrecken eine mächtige Flamme und eine Rauchwolke bis in gewaltige Höhe emporschlagen. Auch

---

[1] Monum. Germ. hist. Sciptores XV. S. 101.

bemerkte er, wie der Bimsstein, von dem man so oft liest, aus der Hölle emporgeschleudert wurde; und wenn ihn die Flamme herausgeworfen hat, und er ins Meer geschleudert worden ist, so spült dieses ihn wieder ans Trockene, und die Leute sammeln ihn und schaffen ihn weg . . . . . " Mit der Hölle des Theodorich aber hatte es nach dem Abt Ferrara[1]) folgende Bewandtnis: Unter jenem König war ein Mörder, Namens Jovinus nach der Insel verbannt worden, damit er dort, aller Mittel zum Leben bar, „so wie der Molch sein Leben hinbringe, der zumeist im Feuer hause". Eine andere Sage freilich erzählt, dass der König Theodorich selbst wegen der Hinrichtung des Philosophen Boëthius (gestorben 525) zur ewigen Qual im Schlund des Vulkans verdammt worden sei. — Erst aus dem XV. Jahrhundert wird von dem Schriftsteller Fazello[2]) wieder eine heftige Eruption gemeldet; sie fand am 5. Februar 1444 unter mächtigen Erdbeben auf Sicilien und allen liparischen Inseln statt. Die mit bedeutendem Lärm hervorgeschleuderten Steinmassen sollen in Entfernungen von mehr als sechs Meilen von der Insel niedergefallen sein. Eruptionen haben nach Dolomieu[3]) und Mercalli[4]) 1550, 1626, 1651 (?) und 1688 stattgefunden; die erstere füllte angeblich den Kanal aus, welcher Vulcano bis dahin vom Vulcanello trennte, wie auch Fazello[5]) berichtet, dass bis in seine Zeit zwischen den beiden eine freie Durchfahrt und ein sicherer Hafen bestanden hätten, welche dann durch die Aschen nnd Steine des Vulcano verschüttet worden seien.

Der Jesuit Kircher besuchte 1638 die Insel und fand sie im Solfatarenzustand;[6]) er schreibt auch vom Vulcanello, der mit der Insel zusammenhinge (habet tamen adjunctam Insulam, quam Vulcanellum vocant, Vulcano adnexam) und der vor etwa 60 Jahren[7]) gelegentlich eines sehr heftigen Ausbruchs aus den ausgeworfenen Aschen und Steinen aufgeschüttet worden sei. Vielleicht ist das eine Verwechselung mit der von Fazello berichteten Annahme, dass durch eine heftige Eruption die trockene Verbindung zwischen den beiden Vulkanen hergestellt wurde. Auch was Kircher weiter berichtet, ist ungenau und phantastisch: alle liparischen Inseln strotzten von Schwefel, Erdpech und Salpeter, und dass es am Grunde des Meeres zahllose Höhlen gäbe, erkenne man an den Strudeln und den häufigen Gasentwicklungen, die das Meer in eigentümlicher Weise zum Aufwallen brächten (exeuntium ventorum mare mirum in modum inflantium frequentia). Es sei deshalb kein Zweifel, dass unterirdische Kanäle nach dem Vesuv und Aetna führten, und damit hätte auch das entsetzliche Erdbeben von Calabrien 1638 zusammengehangen.

Der Jesuitenpater Daniello Bartoli[8]) hat 1646 den Vulkan besucht und berichtet, dass derselbe einen tiefen Schlund besitze und inwendig ganz Glut und Feuer sei; im kleinen sei er dem Aetna zu vergleichen und stosse aus seiner Mündung in reichlichen Mengen Rauch aus.

1727 hat d'Orville[9]) Vulcano besucht und den Kegel beschrieben. Er sah zwei thätige Krater, die eigene Kegel gebildet zu haben scheinen. Der grössere, gegen Süden gelegene, hatte einen Krater von ungefähr 1200 m (1500 Schritt) im Umfang, auf dessen Boden sich ein kleiner Hügel (oculis non metienda quasi collis) erhob, der ungefähr 200 Fuss unter dem höchsten Punkt des Kraterrandes gelegen war. Vorausgesetzt, dass diese Schätzung annähernd richtig ist, — mit ihren Schätzungen aber haben die alten Beobachter nicht immer Glück gehabt, — so würde aus derselben folgen, dass die Höhenverhältnisse um den

---

[1]) 1810, S. 236. [2]) 1558, S. 5. 1574, S. 6. 1579, S. 3. [3]) 1783, S. 27. [4]) 1881, S. 123—124. [5]) ll. cc. [6]) 1665, I. S. 179. [7]) l. c. S. 77. [8]) Citiert von Spallanzani II. S. 210. [9]) 1764, S. 20.

Krater ehedem gleichmässigere gewesen sein müssten als heute, wo der Gipfel die nördliche Einsenkung um 350 Fuss überragt. Denn der Krater wird von d' Orville als ein abyssus bezeichnet. Der Vulkan war während seines Besuchs ziemlich thätig: der Lärm, welchen die beiden Krater verursachten, war so heftig, dass man ihn zur See auf 18 000 Schritt Entfernung zu vernehmen im Stande war, und dass d' Orville wegen desselben in Lipari eine fast schlaflose Nacht verbringen musste. Ihrem Getöse scheint die Heftigkeit der Ausbrüche nicht entsprochen zu haben, denn der Berichterstatter konnte es wagen, bis auf den Rand des grossen Kraters vorzudringen. Ueber seine Excursion schreibt d' Orville folgendermassen: „Ipsa Vulcania duobus jugis exsurgit, quae ambo continuis incendiis exeduntur. In maiorem collem, qui versus meridiem positus est, maxima cum difficultate enixi sumus. Erat enim valde praecipiti clivo et solum cinereum sub pedibus elabebatur, tum meridianus aestivi diei fervor et arenae sulfure infectae inflammabant aerem. Ut ad crepidinem crateris perventum fuit, dum oculo curioso baratrum vastum inspicerimus, strepitus adeo increbuit atque igneus cum spisso fumo vapor, lapidumque candentium jactus derepente insecutus fuit, ut exterrefacti nos inde quam citissime proriperemus. Fragor hic imitabatur violentissimum tonitru et simul fluctuum vi in litus elisorum gemitum. Nec dubito, quin magna ex parte murmur hoc terribile ex aquis ferventibus atque impetu magno sub monte transeuntibus excitetur ....“ Weiterhin sagt er, es sei kein Zweifel, dass jener kleine Hügel auf dem Boden des Kraters den häufigen Auswürfen seine Entstehung verdanke; überall sehe man Schwefel und Steine, die zerfressen seien vom Feuer und allenthalben drängen heisse Dämpfe hervor. Von besonderem Interesse ist die Angabe, dass der kleinere Hügel „versus septentrionales insulae partes“ häufigere und grossartigere Eruptionen zeige als der grössere und fast ununterbrochen Steine, Aschen und schwarzen Rauch fördere. Die Eruptionen dieses Vulkans wiederholten sich mitunter sechsmal und öfter in der Stunde. Die augenfälligere Thätigkeit jenes Kraters erklärt d'Orville damit, dass er weniger weit von der Tiefe (a fundo) entfernt sei und desto leichter seine Auswürfe über die Kratermündung gelangen und dem Auge sichtbar werden könnten. Da der Vulcanello, eine Insel, die durch eine Landzunge mit Vulcano verbunden sei und, wie man sagte, sich plötzlich aus dem Meere erhoben habe, anderweitig ausdrücklich erwähnt wird, so möchte ich am ehesten glauben, dass damals die Forgia vecchia thätig gewesen ist.

Uebrigens erwähnt d' Orville auch schon, dass an der Nordseite der Insel stellenweise das Wasser draussen im Meere warm sei, während es merkwürdigerweise doch am Ufer selbst die gewöhnliche Temperatur besitze. Schwefel gäbe es allenthalben in grosser Menge; die Liparoten aber unterliessen seine Gewinnung aus Furcht, die bituminösen Dämpfe, die sich aus dem dadurch aufgelockerten Boden entwickelten, könnten ihren Weinbergen schaden. Auf Vulcano selbst wohne niemand.

Am 30. März 1757 besuchte De Luc den Krater. Da mir seine Mitteilungen selbst nicht zugänglich sind, so gebe ich sie nach dem von Spallanzani [1]) gegebenen Auszuge wieder. Zuvor sei bemerkt, dass seit d'Orvilles Besuch 1727 in den Jahren 1731 und 1739 unter starken Erdbeben heftige Ausbrüche stattgefunden hatten, welche wohl geeignet gewesen sein mögen, an dem Kegel allerlei Veränderungen hervorzurufen. [2]) De Luc gelangte durch einen schmalen, von erstickenden Dämpfen erfüllten Einschnitt in den Krater, dessen Boden

---

[1]) Reisen II, Citiert von Spallanzani II, S. 201. [2]) Siehe unten.

sehr höckerig war; aus verschiedenen Oeffnungen stiegen Schwefeldämpfe unter lebhaftem Geräusch empor. Der Kraterboden hatte ovale Gestalt und einen grösseren Durchmesser von 800—900 (!!), einen kleineren zwischen 500—600 Schritt. Die Höhe der Kraterwände mochte sich auf 150, im Osten und Süden (wo sie übrigens auch gegenwärtig ihre grösste Höhe besitzen) höchstens auf 200 Fuss belaufen. Die Gestalt des Kraters wäre also die einer sehr flachen Mulde, keines Trichters, gewesen, deren Länge auf dem Boden sich zur Tiefe verhalten hätte, wie etwa 70 : 5; da der heutige Kegel nur etwa 2000 m basalen Durchmesser besitzt, der Krater aber nach De Lucs Angabe noch am Boden einen solchen von etwa 700 m besessen haben soll, so wird man in die Richtigkeit dieser Angaben wohl Zweifel setzen dürfen und aus De Lucs Angaben keine zu weit gehenden Schlüsse ziehen. Der Ausbruch des Jahres 1771, der einzige, der zwischen De Lucs und Dolomieus Anwesenheit auf der Insel statthatte, hätte denn sehr grosse Veränderungen mit sich gebracht und einer Katastrophe gleichen müssen, von der sicherlich Dolomieu und Houel ausführlicher berichtet hätten.

Eingehende Aufschreibungen über Ausbrüche des XVIII. Jahrhunderts hat der Abt Trovatini [1]) hinterlassen. Ihnen zufolge ereignete sich 1731 ein mehrere Monate anhaltender Ausbruch, dem heftige Erdbeben vorausgegangen waren; es war indessen nur der Vorläufer einer weit bedeutenderen Eruption im Jahre 1739, deren Aschenmassen sich über die ganzen äolischen Inseln verbreiteten, während ein starkes Erdbeben den gegenüberliegenden Teil Siciliens um die Stadt Naso und das Valdemone erschütterte, so dass unweit der Küste zahlreiche Häuser einstürzten und Menschen ums Leben kamen. In den Jahren 1769 [2]) und 1770 [3]) befand sich der Vulkan im Solfatarenzustand. Am 17. Februar 1771 trat der Berg in einen Zustand der Erregung ein, welcher viel Aehnlichkeit mit der letzten Eruptionsperiode vor wenig Jahren hatte. Nachts zwei Uhr hörten die Liparoten einen mächtigen Donner, der samt einem starken Erdstoss die Leute weckte: sie sahen, wie den Gipfel schwarzer Rauch umhüllte und eine „Feuersäule“ dem Krater entstieg. Der Südwind trug die dichte, von Blitzen oft durchleuchtete Aschenwolke gegen Lipari, so dass sich dort der Himmel verfinsterte, während ein andauernder, reichlicher Aschenregen sich über die Insel verbreitete. Unter wiederholten Erdstössen dauerten die Erscheinungen während des ganzen Februar, und schliesslich bedeckte eine zolldicke Aschenschicht Lipari. Sie wiederholten sich dann im April und Mai, und manchmal soll die Asche so dicht gefallen sein, dass die Leute sich auf kurze Entfernungen nicht mehr zu erkennen vermochten und dass der Pflanzenwuchs auf der Insel grossen Schaden litt, was wiederum viel Verlust an Haustieren mit sich brachte. Der Vulkan schleuderte mächtige Blöcke aus, die samt dem entsetzlichen Getöse die Liparoten in fortwährender Angst hielten. Erdbeben aber waren nur im Februar zu verspüren gewesen.

Wenn, was zu bezweifeln kein Grund vorliegt, der scheinbar gut unterrichtete Ferrara mit der Versicherung Recht hat, dass von 1771—1810 der Vulkan Ruhe gehalten habe, so ereignete sich von 1771—1888 überhaupt kein bedeutenderer Ausbruch mehr in der Fossa. [4])

---

[1]) Citiert von Ferrara S. 234. [2]) Hamilton 1773, S. 100. 1776, S. 51. [3]) Brydone 1776. I. S. 32.

[4]) Siehe Seite 167. Es ändern an obigem auch kaum die verworrenen Angaben Bylandt-Palstercamps etwas, der einmal (II. S. 287) 1812, ein anderes Mal 1786 (Anhang Bd. III. S. 438) als das Jahr der letzten Eruption (vor 1835) angiebt. Ferrara bestreitet nachdrücklich die Angabe Dolomieus, dass sich

Während dieses Zeitraums von mehr als einem Jahrhundert dürfte also der Krater das gleiche, von vielen Reisenden beschriebene Aussehen besessen haben.[1]) Dolomieu rühmt 1783 die ausserordentliche Grossartigkeit des tiefen und regelmässigen Trichters, der noch weit schöner sei als der des Aetna, in begeisterten Worten. Die Solfatarenthätigkeit scheint damals eine recht intensive gewesen zu sein; die dicken, weissen Dampfwolken gaben des nachts einen deutlichen Lichtschein, welchen Dolomieu auf den geschmolzenen Schwefel zurückführt, der langsam verbrenne. Dolomieu wagte es nicht, in den Krater hinabzusteigen, dessen Tiefe er gleich der Höhe des Kegels schätzte; von seinem Rande aus nahm er auf dem Boden des Trichters zwei kleine Seen wahr, welche er für geschmolzenen Schwefel hielt, da ja Wasser auf dem heissen Boden nicht zu existieren vermöge. In Wirklichkeit aber dürften es gleichwohl kleine Wasseransammlungen gewesen sein, wie eine solche auch zu meiner Zeit auf dem allenthalben von Fumarolen durchhauchten Kraterboden bestand.

Seit Dolomieu ist die Fossa mehrfach beschrieben worden, und von verschiedenen Seiten liegen auch Angaben über ihre Dimensionen vor, welche zum Teil recht stark von einander abweichen. Ich lasse in nachstehender Tabelle eine Zusammenstellung der einzelnen Angaben folgen.

	Durchmesser (oben)	Umfang (oben)	Durchmesser (unten)	Umfang (unten)	Tiefe unter dem nördlichen Rand	Höhe des Bodens über dem Meere
Dolomieu 1781[2])	1/2 Meile		50 Schritt		1 Meile	
Spallanzani 1788[3])		über eine Meile		1/3 Meile	Vom Gipfel ab mehr als 1/4 Meile	
Hoffmann 1832[4])	ca. 920 m				110 m	165 m
Sartorius 1839[5])	1000 m					53 m
Deville 1856[6])						255 m
vom Rath 1869[7])		1 1/4 Meile			75 m	
Salino 1870[8])		ca. 2 km	207 m in Länge u. Breite		107 m 224 m unter dem Gipfel	162 m
Baltzer 1873[9])	900 m		80 m		86 m	159 m
Judd 1874[10])	560 m		185 m			152–163 m
Mercalli 1878[11])	490 m		205 m OW 250 m NS		130 m	140 m
Cortese 1882[12])	500 m		200 m		75 m	220 m
Erzherzog Ludwig Salvator 1888[13])					107 m	162 m

1775 eine Fossa-Eruption ereignete oder dass sich damals gar die Pietre Cotte ergossen hätten. Auch Spallanzanis Bericht über eine Eruption im Jahre 1786 (II. S. 208 f.) bezeichnet er als einen schwer erklärlichen Irrtum. Ueber einen Ausbruch im Jahre 1812 habe ich sonst nirgends etwas gelesen.

[1]) Die von Houel (aus dem Jahre 1776) und von Erzherzog Ludwig Salvator (1888) gegebenen Abbildungen zeigen denn auch eine sehr gute Uebereinstimmung.

[2]) 1783, S. 16. [3]) 1792, S. 175, 178. [4]) 1832, S. 60. [5]) 1880. I. S. 83. [6]) 1856, S. 682. [7]) 1874, S. 65. [8]) 1874, S. 167. [9]) 1875, S. 42. [10]) 1875, S. 111. [11]) 1891, S. 91. [12]) 1892, S. 53. [13]) 1893, S. 16.

Man wird der Wirklichkeit am nächsten kommen, wenn man annimmt, dass der frühere Krater einen oberen Durchmesser von etwa 500 m, einen Bodendurchmesser von ca. 200 m und eine Tiefe von ungefähr 130 m gehabt habe. Gerade die letztere dürfte am veränderlichsten gewesen sein, da, wie sich zeigen wird, in dem Krater dann und wann kleine Eruptionen stattgefunden haben.

Die Wände des Fossa waren unten senkrecht und stiegen im oberen Teile unter 45° auf (Judd). Allgemein wird auch berichtet, dass im N und NO Lagen und Gänge von glasigem, trachytischen Gestein und Tuffe anstanden, welche durch die Dämpfe sehr stark zersetzt waren: jenes Gestein vergleicht Abich[1]) mit dem liparischen Thonstein und bestimmte den Kieselsäuregehalt desselben zu 70,50 Prozent, sein spezifisches Gewicht zu 2,6552. Dabei ergab die Analyse einen Glühverlust von 1,74 Prozent, der grösstenteils auf Schwefel und Schwefelsäure zurückgeführt wird.

Der Boden des Kraters war bedeckt von Sanden und Auswürflingen, und da und dort brachen sehr starke Fumarolen hervor neben vielen kleinen, so dass vom Rath von mehr als hundert dampfaushauchenden Oeffnungen spricht. Ihre Temperatur überstieg nach Fouqué[2]) den Schmelzpunkt des Zinks (412°[3]) und Mallet vermochte in ihnen Messingdraht, aber nicht einen Broncedraht von gleicher Dicke zu schmelzen. Die Spalten, aus welchen die heissen Gase z. T. ohne sichtbare Dampfentwickelung unter starkem Drucke hervordrangen, waren häufig rotglühend, und im Dunklen sah man darüber öfter bläuliche und grüngeränderte Flammen von dem an der Luft entzündeten Schwefelwasserstoff und glühenden Borsäuredämpfen.[4])

Bekanntlich wurden die Produkte des Vulkans eine längere Zeit hindurch technisch gewonnen und in einer Fabrik, von der ich bereits kurz gesprochen habe, gereinigt. Nach Baltzer[5]) beschäftigte sich der Betrieb mit der Gewinnung von Borsäure, Salmiak, Schwefel und eine Zeit lang auch von Alaun. Man liess die Dämpfe durch lockeres Material streichen, welches man über den kleineren Fumarolen aufgehäuft hatte und sammelte darin den „faserigen Salmiak, gelbroten Schwefel, Alaun und schön weissglänzende Borsäure“, oder man stürzte über die Fumarolen einen an einer Seite offenen Kasten, aus dem die Dämpfe mittels eines eisernen Rohres in ein hölzernes Fass geleitet wurden.[6]) Die Gewinnung des Schwefels auf Vulcano reicht wohl schon bis in sehr frühe Zeiten zurück, sie ist aber, wie d'Orville und Spallanzani berichten, des öfteren unterbrochen worden aus Furcht vor den Schwefeldämpfen, besonders denjenigen, welche durch das Ausschmelzen des Schwefels entständen; man glaubte, dass die Weinpflanzungen auf Lipari darunter Schaden leiden könnten. Spallanzani sah noch auf dem Piano delle fumarole die Oefen, in denen man ehedem den Schwefel ausgeschmolzen hatte. Aus dem erwähnten Grunde war aber bereits seit längerer Zeit diese Arbeit untersagt worden, bis, kurz vor Spallanzanis Besuch, der König von Sicilien die Erlaubnis zur Wiederaufnahme der Gewinnung erteilte. Das Mineral soll nicht nur am Krater selbst, sondern auch in seiner Umgebung und am Vulcanello so reichlich vorhanden gewesen sein, dass man nur den Boden aufzuscharren brauchte, um es herauszunehmen. Weil man indessen damals den Schwefel noch grub und nicht den frischen Fumarolenabsatz in der später üblichen Weise gewann, hatten die Arbeiter so sehr

[1]) 1841, S. 26. [2]) 1865, S. 565. [3]) Nach Ledebur Wied. Beibl. 5. 1881. [4]) Rodwell 1880, S. 402. Mercalli 1884, S. 195. [5]) 1875, S. 44. [6]) G. vom Rath nach Trautschold 1874, S. 63.

durch Hitze und Dämpfe zu leiden, dass der Betrieb alsbald wieder eingestellt wurde. Zu Ferraras Zeiten (1810) scheint derselbe noch nicht wieder aufgenommen gewesen zu sein, und auch Daubeny, der 1824 den Krater besuchte, erwähnt nichts von irgendwelchem Abbau in demselben, sondern schildert vielmehr seine grossartige Einsamkeit. Hoffmann war jedoch schon Zeuge einer Borsäuregewinnung auf dem Boden des Kraters. Nach Baltzer gehörte das Abbaurecht zuerst einem Neapolitaner Namens Nunziante (nach Silvestri und Cossa seit 1813), 1870[1]) gelangte es dann in die Hände einer Firma in Glasgow, welche die Produkte des Vulkans bis etwa 1888, zuletzt nur noch auf dem Piano delle fumarole, ausbeutete. Im Jahre 1860 wurde der jährliche Durchschnittsertrag an Borsäure auf etwa 2500 kg angegeben.[2]) Sartorius[3]) verzeichnet (1839) eine Jahresproduktion von 1200 Cantar = ca. 2000 Centner Schwefel, nach Mercalli[4]) soll man jedoch 1873—1876 jährlich durchschnittlich nicht weniger als 8 Tonnen Borsäure, 20 Tonnen Salmiak und monatlich 20 Tonnen Schwefel gewonnen haben. Nach Cossa hatte Nunziante unter dem Königreich Sicilien (bis 1860) das Alaunmonopol; der Preis für den Alaun, der damals auch in der Faraglioni-Grotte gewonnen wurde, betrug 138 lire für den Cantaro (= 89 kg). Eine eingehende Schilderung des ganzen Betriebs und seiner Geschichte giebt Erzherzog Ludwig Salvator; danach waren von den 450 Arbeitern, welche in der Fossa bis zum Jahre 1848 gearbeitet hatten, allein 400 Sträflinge aus Lipari. Bis 1830 betrug nach ihm der jährliche Gewinn etwa nur 5000 lire, zeitweise sank er auf kaum 1200 lire.[5]) Seit drei Jahren ist der ganze englische Besitz, welcher den Vulkan samt seiner Umgebung bis zu dem Steilrand des Piano, dem Gipfel des Saraceno und dem Monte Lentia umfasst, zum Verkauf ausgeschrieben. Der verlangte Preis soll 100 000 lire betragen.

Als Salino 1870 den Krater besuchte, war gerade der Abbau eingestellt; von der Beschaffenheit des Kraterbodens um jene Zeit hat der italienische Reisende ein recht anschauliches Bild entworfen.[6]) Ueberall arbeiteten in der lockeren Kruste die Fumarolen, die „soffioni“, deren Oeffnungen mit Schwefelkrusten und Tuffdetritus inkrustiert waren und oft die Gestalt kleiner Kegel besassen. An der Nordseite[7]) beobachtete man Höhlen, an deren oberer Wand sich Schwefel in stalaktitischen Massen ansetzte; teilweise schmolz er wieder und bildete dann auf dem Boden Stalagnieten. Als Mercalli[8]) 1878 die Fossa sah, gab es an der Westseite eine Erhebung, das „Promontorio di Maestro Rosario“, auf welcher kleine Magazine errichtet waren: in ihrer Nähe existierten eine Anzahl von Fumarolen, von denen besonders zwei durch starken Druck und heftigen Geruch nach schwefeliger Säure sich auszeichneten. Die von Salino erwähnten Fumarolen an der Nordseite waren damals fast erloschen; dagegen öffnete sich nach Osten ein Schlund von etwa 4 m Durchmesser, dem nur wenig Dampf entstieg und der 1875 entstanden war, nachdem der Vulkan schon 1872 aus dem fast genau hundert Jahre andauernden Solfatarenzustand (seit 1771) zu heftigeren Aeusserungen eruptiver Thätigkeit zurückgekehrt war. Jener Schlund

---

[1]) Silvestri, 1891, S. 303. Der Kaufpreis betrug 300 000 lire.

[2]) Baltzer 1875, Zeitschr. S. 45. [3]) 1880. I. S. 84. [4]) 1879, S. 375. [5]) 1893. I. S. 4. 1894. VIII. S. 139. [6]) 1874, S. 166 f.

[7]) Salinos Angabe, welcher die Südseite als den Ort der bedeutendsten Fumarolenthätigkeit nennt, wird von Mercalli (1879, S. 370) im Sinne des Mitgeteilten berichtigt.

[8]) 1879, S. 371 ff. 1891, S. 91.

vergrösserte sich im September 1877, und 1879 entstand gleichfalls an der Ostseite eine neue Oeffnung, 20 m lang und 7 m breit.

Im Jahre 1882 nahm die Thätigkeit der grossen Fumarolen sehr beträchtlich zu, 1883 beobachtete man eine Bodensenkung von 0,2 m und Spaltenbildung auf dem Kraterboden. Im April 1885 meldete der Verwalter der Fabrik eine weitere Steigerung der Fumarolenthätigkeit. und anfangs Januar 1886 ereignete sich eine heftige Eruption, begleitet von Stein- und Aschenauswürfen, die sich späterhin wiederholte und viele Arbeiter von der Insel verscheuchte. In der Nähe des „Maestro Rosario“ bildete sich ein kleiner Kegel, in dessen Innerem man die rotglühenden Massen sehen konnte; im Westen des Kraterbodens entstand eine neue Oeffnung, und jener kleine Krater nahm endlich die Gestalt eines Trichters mit einer Eruptionsöffnung an. Aus den verschiedenen Schlünden im Kraterboden stieg fortwährend starker Rauch empor, und auch die Thätigkeit der Piano-Fumarolen hatte zuletzt beträchtlich zugenommen. Im August 1887 versank der Vulkan wiederum in einen Zustand verhältnismässiger Ruhe: Das Getöse, welches zuletzt seine Erregungen so häufig begleitet hatte, wurde unhörbar und nur, wenn man auf dem Kraterrand stand, hörte man ein fortwährendes Geräusch, als wenn ein Eisenbahnzug über Brücken führe.[1])

Das waren die 16 Jahre andauernden Vorbereitungen zu dem grossartigen, zwei Jahre anhaltenden Ausbruch des Vulkans, der die Solfatara nach hundertjähriger Ruhe wiederum vollgültig in die Reihe der thätigen Vulkane stellte. Ueber jenen Zeitraum, in welchem langsam der Krater wiedererwachte, giebt es verschiedentliche genauere Aufzeichnungen, bezüglich deren ich auf die Abhandlungen von Salino, Baltzer, Silvestri, Palmieri, Scacchi und besonders diejenigen des eifrigen Beobachters Mercalli verweise.

Die grosse Eruption, welche die Gestalt des Kraters so ganz verändern und der Schwefel- und Borsäure-Gewinnung wohl für lange Jahre ein Ende bereiten sollte, ward am 31. Juli 1888 nach Silvestri[2]) eingeleitet durch ein leichtes Erdbeben, das man nur in Messina, nicht aber auf den äolischen Inseln wahrnahm. In der Nacht vom 2. auf 3. August um 12^h 40 hörte man starkes unterirdisches Getöse, und auf dem im Süden der Insel gelegenen Leuchtturm verspürte der Wächter eine leichte Erschütterung, während alsbald am Krater schwarzer Rauch erschien, durchzuckt von häufigen Blitzen elektrischer Entladungen. Schon um $4^1/_2$ Uhr morgens war die Eruption so heftig, dass in wilder Entladung dem Schlunde viel Asche und Projektile entstiegen, welche im Umkreis von etwa 2 km zu Boden fielen. Während der Süden der Insel nur durch die erstere zu leiden hatte, schlugen in der nördlichen Umgebung des Kegels glühende Bomben durch die Dächer der Fabrikgebäude und setzten dort die Schwefelvorräte in Brand, und desgleichen nahmen auch die Wohngebäude viel Schaden durch das Einschlagen der mächtigen Projektile. Die Rebenpflanzungen am nördlichen Fuss des Vulkans gingen zu grunde, die Ginsterbedeckung des Kegels ging in Flammen auf, so dass, wie man mir erzählte, die Leute auf Lipari glaubten, auf Vulcano sei ein Lavastrom hervorgebrochen.

Mit wechselnder Heftigkeit dauerte die Erregung des Vulkans an bis zum Frühjahr 1890; die Ausbrüche müssen oft von ausserordentlicher Schönheit gewesen sein: so berichtet Silvestri[3]), dass sich am 19. August 1888 eine Rauchsäule über den Krater bis in 3 km Höhe erhoben habe und, sich oben ausbreitend, die äolischen Inseln und die benachbarten

[1]) Mercalli 1888, S. 415. [2]) Atti Acc. Gioen. 1889, S. 305. [3]) l. c. S. 306.

Teile von Sicilien und Calabrien mit Asche überschüttete. Nach Cortese[1]) wurden die Projektile bis zu 600 m über den Krater geschleudert. Der Krater hatte im Laufe seiner Thätigkeit eine bemerkenswerte Austiefung erfahren; erst eine ausserordentlich heftige Eruption im März 1890 bewirkte die Ausfüllung, welche seine Grossartigkeit so sehr beeinträchtigt hat. Ueber diesen letzten Paroxysmus hat Consiglio Ponte berichtet: Die ausgeschleuderten Massen fielen im Umkreis von 7 km nieder, allein 75 000 cbm sanken wieder in den Krater zurück, denselben teilweise ausfüllend. Der Durchmesser des so veränderten Kraters beträgt seit 1891 von NNW—SSO etwa 200 m, von WSW—OSO 130—140 m.

Die letzte Eruption des Vulcano ist sicherlich eine der gründlichst beobachteten, welche sich jemals ereignet haben; sie ist von einer zu diesem Zwecke von der Regierung eingesetzten wissenschaftlichen Kommission nach allen Richtungen eingehend studiert worden, und ich kann deshalb wegen derselben auf eine ganze Reihe mehr oder weniger ausführlicher, zum Teil sehr hübsch ausgestatteter Abhandlungen verweisen, welche ich schon eingangs genannt habe. Indem ich auf einen eingehenderen Bericht über die Eruptionen, welche ich leider nicht selbst beobachten konnte, verzichte, will ich doch nicht unterlassen, die von Silvestri gegebene Charakteristik derselben wiederzugeben. Nachdem man bereits von einer plinianischen, strombolianischen und solfatarianischen Phase vulkanischer Thätigkeit gesprochen hat, glaubt nunmehr Silvestri auch die eigenartigen Erscheinungan der letzten Vulcano-Eruption mit einem besonderen Namen, nämlich „vulcanianische Thätigkeit“ benennen zu sollen und giebt als Merkmale derselben folgende an:

„1. Es sind intermittierende Eruptionen, begleitet von Detonationen von wechselnder Heftigkeit und mitunter solcher Stärke, dass sie auch auf beträchtliche Entfernung vernommen werden können.

„2. Es sind Eruptionen mit kurzdauernden, explosionsartigen Paroxysmen, welche mit Ruhepausen wechseln. Diese letzteren sind länger oder kürzer und unregelmässig, bald Zeiten vollkommener Ruhe, oder begleitet von mässigen Dampfausströmungen. Je seltener die Eruptionen auftreten, desto heftiger sind sie; sie fördern Dampfmassen, Aschen, Lapilli, grosse Blöcke und Bomben, die aus dem Schlunde bis zu grosser Höhe, im Durchschnitt von 300—400 m, manchmal aber auch zu 1000 m emporgeschleudert wurden. Zu ihrer anfänglichen Hitze kommt während ihrer raschen Bewegung ein Wärmezuschuss, der sie weissglühend macht und zurückzuführen ist auf die mechanische Arbeit des ersten schnellen Stosses, ihres wirbelnden Falles, ihrer Reibung mit der Luft und den Aufprall am Boden. Ist der letztere felsig und hart, so zerbrechen sie nicht selten; ist er erdig und locker, so bohren sie sich so tief ein, dass sie ganz darin begraben liegen.

Solche Blöcke sind im allgemeinen eckig, aber mit abgestumpften Ecken. Die mehr bimssteinartigen Auswürflinge sind oft überzogen von angesinterten Aschen (esternamente tutti intrisi di cenere aderente); die kompakten dagegen sind bedeckt von einer homogenen, dunkleren Patina, die wie halbgeschmolzen aussieht, auf die erlittene Hitzeeinwirkung zurückzuführen ist und einigermassen an die Rinde der Meteoriten erinnert.

„3. Es sind Eruptionen ohne den mindesten Lavenerguss.

„4. Es sind Eruptionen, die durch derartige geodynamische Paroxysmen, wie sie sich bei plinianischen Eruptionen ereignen, weder angekündigt noch begleitet werden. Nur

---

[1]) 1892. S. 52.

leichte Bodenerschütterungen innerhalb eines kurzen Radius (wie solche zweimal in Messina und in ganz beschränktem Masse auch auf Vulcano und zwar nur in der Nähe des thätigen Kraters bemerkt wurden) sind zu beobachten."

Es ist klar, dass die unter 1. und 2. angeführten Erscheinungen in engerem oder weniger engem Zusammenhang mit der zähen Beschaffenheit des sauren Magmas stehen. Im übrigen ist das ganze Wesen dieser merkwürdigen Eruptionsepoche sehr gut von Rudolph (1897) an der Hand der vorliegenden Berichte geschildert worden, und da seine Darstellung leicht zugänglich ist, so kann ich hier von weiteren Erörterungen Abstand nehmen.

Wie ich wiederholt erwähnte, hat die letzte Eruption leider der Grossartigkeit des Kraters sehr geschadet, sowohl was seine Dimensionen betrifft, denn diese haben an Mächtigkeit eingebüsst, als auch hinsichtlich der Energie seiner Fumarolenthätigkeit. Cortese[1]), der im März 1891 in die Fossa hinabsteigen konnte, nachdem sich der Krater wiederum völlig beruhigt hatte, nennt als Tiefe desselben unter dem Piano delle fumajole (auf der Zeichnung fälschlich mit 280 m angegeben) 30—35 m und verzeichnet ausserdem eine innere Terrasse, welche einen Kreis von 375 m Durchmesser umschliesse, während der obere Durchmesser des Kraters von der nördlichen Einsenkung bis zum Gipfel der Fossa mit 500 m angegeben wird. Ich selbst habe im Dezember 1894 an der Nordseite des Kraters eine deutliche dreifache Terrassierung wahrgenommen: Die 1. Terrasse bildete mit einer Höhe von *285 m die tiefste Einsenkung des Kraterrandes; gegen den Kraterboden absteigend betrat man 26 m darunter eine zweite, 13 m unter dieser eine dritte Terrasse und endlich 81 m unter der tiefsten Einsenkung den Kraterboden, der sich also gegenwärtig etwa 200 m über dem Meere befindet und demnach durch die letzten Eruptionen um 40—50 m erhöht worden ist. Der tiefste Punkt des Kraterbodens war im NO gekennzeichnet durch eine trübe, grünliche Lacke lauwarmen Wassers von fadsalzigem Geschmack, wohl eine Auflösung von Sulfaten, Salmiak und Schwefelwasserstoff. Auf der West- und Südwestseite gelangte man ohne grosse Mühe auf dem steilgeböschten, mit Lapilli bedeckten Gehänge zur Tiefe, Steilwände von geringer Höhe sind an der Nordseite, während die Nordwestseite damals die Stelle intensivster Fumarolenthätigkeit gewesen ist. Dort entstiegen einer kraterförmigen Vertiefung starke Dampfmassen, welche alsbald die silberne Uhrkette schwärzten und zeitweise das Atmen fast unmöglich machten. Ein paar starke Fumarolen brachen im NO des Kraters und auf der nördlichen unteren Terrasse hervor. So war auch der Zustand des Kraters, als er 1891 von Cortese, 1895 von Riccò,[2]) besucht wurde, so hat ihn Erzherzog Ludwig Salvator[3]) abgebildet, und es hatte sich an ihm auch nichts geändert, als ihn um Ostern 1898 die Herren Professor Graeff und Direktor Sachs aus Freiburg sahen. Auf Tafel XIX bringe ich eine photographische Aufnahme (Dezember 1894) zur Wiedergabe.

Sowohl nach Stärke und Temperatur, wie auch nach ihrer Anzahl sind die jetzigen Kraterfumarolen keineswegs mehr mit den ehedem thätigen zu vergleichen, und es mag wohl die Annahme gelten, dass der Vulcano schon seit langer Zeit nicht mehr so ruhig gewesen ist wie jetzt, wo er sich gewissermassen durch die letzte langandauernde Eruptionsepoche für einige Zeit erschöpft hat.

---

[1]) 1892, S. 53. [2]) 1896, S. 11 ff. [3]) 1893, I. S. 19.

Die vorhin erwähnte Terrassierung findet sich übrigens in aller Vollkommenheit nur an der nördlichen Kraterwand, gegen Süden zu verlieren sich die beiden oberen Stufen, und nur die unterste lässt sich um den ganzen Krater verfolgen.

Sowohl im Frühjahr wie im Winter 1894 vernahm ich nahe dem Krater und in demselben die „rombi“, ein Geräusch, vergleichbar einem Schusse in einem entfernten unterirdischen Gewölbe. Während meiner beiden Besuche war die Thätigkeit der Fumarolen die gleiche, und ein Zusammenhang zwischen ihr oder überhaupt der vulkanischen Energie und dem Novembererdbeben, das auf der Insel mit ziemlicher Heftigkeit wahrgenommen wurde, liess sich nicht nachweisen.

Ich habe schon früher eingehender über die Beschaffenheit der Laven des Kegels gesprochen, und es hat sich dabei gezeigt, dass die chemische Zusammensetzung derselben sich im Laufe der verschiedenen Eruptionen nicht unbeträchtlich geändert hat. Denn während die älteren Ergüsse andesitische und zum Teil fast basaltische Massen hervorbrachten, sind die späteren Laven Trachyte, die Pietre Cotte sogar als Liparit zu bezeichnen. In dieser Hinsicht gleicht der jetzige Kegel seinem Vorgänger, dem Lentia-Krater.

Die Auswurfsprodukte der Fossa. — Ich gehe jetzt zur Besprechung der Produkte der letzten Eruption über, welche nur aus ausgeschleudertem Material bestehen, während geflossene Lava nicht zum Vorschein kam.

Zuvor möchte ich jedoch noch die Aufmerksamkeit auf die Bimssteine lenken, welche am Süd-Abhang des Berges an der Grotta dei Palizzi abgebaut worden sind. Es sind diese Auswürflinge dort eingelagert in Vertiefungen der älteren Tuffe und später durch jüngere Tuffe bedeckt worden, so dass ihre Lager die Gestalt von Linsen annehmen. Jedenfalls handelt es sich um alte Einschwemmungen in Regenwasserrinnen, die durch neuerliche Aschenfälle wieder zugedeckt worden sind. Die Bimssteine zeichnen sich vor allen mir bekannten äolischen Vorkommnissen durch ihre ausserordentlich zarte Struktur aus; die meisten Stücke sind graubraun und zeigen mehr oder weniger weite, in einer Richtung langgestreckte Hohlräume, die durch haarförmige Büschel glänzender Glasfäden nur unvollkommen von einander geschieden sind. Einzelne gelbweisse Stücke mit mehr rundlichen Blasenräumen sind so ausserordentlich feinschaumig, dass sie kaum die zarteste Berührung vertragen. Ferner erregte in der tiefen Schlucht, welche sich am Westabhang der Fossa von der Grotta dei Palizzi her gegen die Küstenebene zieht, unterhalb des früher erwähnten Obsidianstroms, eine ziemlich mächtige, zwischen gröbere Tuffe eingeschaltete Einlagerung feinster weissgrauer Asche meine Aufmerksamkeit.

Baltzer[1]) hat zuerst genauer das vom Vulcano geförderte lockere Material untersucht. Die während der Eruptionen im Jahre 1873 ausgeschleuderten Bomben bestimmte er als Liparit und fand ihre Zusammensetzung

SiO_2	73,79
Fe_2O_3	13,81
Al_2O_3	3,78
CaO	1,43
MgO	0,05
Alkalien a. d. Differenz	7,04
Glühverlust	0;72, davon 0,24 bei 100°.

[1]) 1875, S. 47 ff.

Auf die Anwesenheit „beträchtlicher Mengen Kalis“ schloss er aus der Reaktion mit Platinchlorid.

Eine Aschenprobe enthielt dementsprechend auch 73,08 Prozent Kieselsäure. Eine andere Asche, welche im lufttrockenen Zustand einen Glühverlust von 4,53—5,95 Prozent zeigte, ergab Baltzer den hohen Kieselsäuregehalt von 93—95,8 Prozent. Sie war am 7. September 1873 in solcher Menge gefallen, dass sie die Umgebung des Kraters mit einer 3—4 cm tiefen Schicht bedeckt und den „anwesenden Liparoten das eigentümliche Schauspiel eines nordischen Schneefalles bot.“ Ihr spezifisches Gewicht war 2,208, und bei Behandlung mit Natriumcarbonat gingen nur 6,23 Prozent der Substanz in Lösung. Krystalle waren in dem feinen Pulver nicht wahrzunehmen; trotzdem, und zwar mit besonderer Hinsicht auf ihr spezifisches Gewicht, welches dem des Tridymits (sp. Gew. 2,31) nahe kam, glaubte Baltzer die Asche für letzteres Mineral halten zu sollen, das durch amorphe Kieselsäure verunreinigt sei. Gerh. vom Rath, der Entdecker des Tridymits, hat kurz darauf[1]) die Untersuchung der Asche auf chemischem und optischem Wege wiederholt und bewiesen, dass dieselbe ebenso zusammengesetzt war wie die durch Fumarolen zersetzten Bomben des Vulkans und daher nur als zerstäubtes zersetztes Gestein aufzufassen sei.

Eine eingehende Untersuchung haben, wie die letzte Eruption des Vulcano überhaupt, so auch deren Produkte von verschiedenen Seiten erfahren. Ein ganz besonderes Interesse erregten die eigentümlich gestalteten und zum Teil durch ausserordentliche Grösse ausgezeichneten Bomben, welche noch jetzt insbesondere am Nordwestabhang in grossen Massen zu finden sind. Sie sind in ihrer Form auf der Insel keine neue, der letzten Eruption eigentümliche Erscheinung, denn sie lassen sich bereits aus den Beschreibungen wiedererkennen, welche Houel[2]) und Hoffmann[3]) von den Vulcanobomben gegeben haben. Der Erstere erwähnt Blöcke von $5^1/_2$ Fuss Durchmesser und mitunter einer Cubiktoise (= 8 cbm) Inhalt vom südlichen Abhang des Kegels. Seine ganze Schilderung von den oberflächlich gebrannten, mit 6—8 Zoll tiefen Schrunden versehenen Bomben erinnert ganz an das Aussehen der 1888—1890 ausgeschleuderten Blöcke. Weder am Vesuv noch am Aetna habe er dergleichen gesehen. Hoffmann fand solche auf dem Wege durch das Ringthal am Fusse des Kegels und berichtet darüber folgendermassen: „Auf dem Boden in dem Sande liegen zahllose weisse Bimssteinbrocken zerstreut, ganz besonders aber erregen die Aufmerksamkeit grosse, deutlich hieher geworfene Blöcke der eben beschriebenen Lavamasse der Pietre Cotte. Man findet deren mehrere von 3—4 Fuss Durchmesser, und oft sind sie beim Niederstürzen auffallend geplatzt und zersprungen. Ihr Inneres ist beständig ein leichter, schaumiger, dunkelgrauer Bimsstein, ihre Oberfläche aber ringsum in plumpen Kugelgestalten eine dünne und gleichförmige Obsidiankruste.“ Bruchstücke solcher alter Bomben, aus deren Innerem die lockere Bimssteinmasse durch Winderosion vollkommen entfernt war, so dass nur noch die hohle, fast helmförmige Kruste übrig blieb, sah ich selbst zu Lipari in der im übrigen armseligen Sammlung eines Mineralienhändlers. Fig. 1, Taf. XXII und Fig. 1, Taf. XXIV sind gelungene Wiedergaben zweier kleinerer von mir mitgebrachter Bomben, welche nur Beispiele für die vielgestaltigen Formen sein sollen, unter welchen diese Projektile auftreten. Ihre Grösse schwankt von der eines Eies bis zu derjenigen von mächtigen Blöcken, welche

[1]) Ebenda S. 411 ff. [2]) 1782. I. S. 121. [3]) 1832, S. 64.

Durchmesser von mehreren Metern besitzen; Consiglio Ponte, ferner Johnston-Lavis[1]) Hobbs[2]) und Mercalli[3]) haben die Projektile nach jeder Hinsicht eingehend beschrieben.

Als ursprüngliche Grundform bezeichnet Consiglio Ponte[4]) ein verlängertes Tetraeder oder einen Keil und erörtert eingehend, inwieferne diese Gestaltung durch den Mechanismus der Eruptionen begründet ist. Durch eine Aufblähung des Bombeninnern während die Oberfläche schon fast starr geworden war, entstanden Deformationen, ungeachtet deren aber immer noch die früheren, zum Teil scharfen Kanten und mehr oder weniger ebenen Flächen des Polygons wiederzuerkennen sind. Sehr zutreffend hat Johnston-Lavis die äussere Struktur der Projektile mit der einer Brotkruste bezeichnet; wie eine beim Backen gesprungene Semmel zeigen auch die Vulcanobomben ein durch Gasentwickelung entstandenes blasiges Innere, gegen die Oberfläche zu verliert sich die schaumige Bimssteinstruktur, indem die Hohlräume mehr und mehr an Grösse einbüssen, schliesslich zu feinen Poren werden und allmählich ganz verschwinden, so dass die äusserste etwa 1 cm dicke Schicht aus dichtem, grauen Obsidian, oder besser gesagt, einem Vitrophyr, besteht. Die Kanten der die Rinde durchziehenden Risse sind nicht so scharf, wie sie sein müssten, wenn die letztere beim Platzen keine Plasticität mehr besessen hätte, und auch die Wände der bis in den Bimsstein eindringenden Spalten zeigen noch deutliche Biegungen. Bomben, äusserlich ähnlich denen von Vulcano, fand ich auch anderwärts auf den liparischen Inseln. Ein hübsches Stück von polygonaler Gestalt, gleichfalls durchfurcht von tiefen, durch Platzen verursachten Schrunden, liegt mir von der Montagnola auf Filicudi vor, eine sehr schöne gekielte Bombe aus fast ganz dichtem Obsidian fand ich am Monte Pelato, und ähnlich gestaltete Andesitbomben von mitunter ansehnlicher Grösse giebt es auch in nicht geringer Menge in den Lapillibänken des Monte St. Angelo. Die Aehnlichkeit dieser Gebilde mit den jungen Bomben auf Vulcano ist aber meistens nur eine oberflächliche durch die äussere Form begründete, es fehlt ihnen gewöhnlich die Aufblähung zu Bimsstein im Innern. Am nächsten kommen den merkwürdigen Projektilen von Vulcano gewisse Obsidianbomben in den älteren Bimssteinen von Lipari; diese haben mit den kleineren Auswürflingen der Fossa, welche im Inneren eine nur geringfügige Aufblähung zeigen, so viel Aehnlichkeit, dass man sie nach Form, Grösse und petrographischem Aussehen damit leicht verwechseln könnte. Ich fand solche „Brotkrustenbomben“ in ausgezeichneter Entwickelung und bis zum Durchmesser von 0,5 m auch in den Bimssteinen nahe dem Gelfiser (in der Contrada Khafese) auf Pantelleria, und sie dürften eine allgemeine Verbreitung an Kratern mit sauren Produkten (Liparit, Dacit, Pantellerit, Trachyt und Andesit) besitzen.

Die eigentümliche Gestaltung dieser Bomben ist das Resultat zweier besonderer Eigenschaften ihres Magmas, nämlich einer grossen Zähflüssigkeit und eines grossen Gehalts an gelösten, bei abnehmendem Druck und sinkender Temperatur entweichenden Gasen. Die Temperatur der sich aufblähenden Bomben schätzten O. Silvestri, Consiglio Ponte und A. Silvestri auf 1000°; sie war zu niedrig, als dass die gasdurchtränkten Lavafetzen sich zu rindenlosen Bimssteinen wie diejenigen des Pelatokraters auf Lipari oder die grosse Menge der älteren Bimssteinprojektile derselben Insel hätten aufblähen können. Für letztere beide wird man immerhin eine weit höhere Wärme und zudem vielleicht auch einen noch

[1]) Nature 1890, p. 78. [2]) 1893, S. 578. [3]) 1892, S. 106 ff. [4]) Atti. Acc. Gioenia. (4) V. S. 2. Sep.-A.

grösseren Gasgehalt des Magmas annehmen dürfen, entsprechend der ungeheuren Grossartigkeit des Ausbruchs jener Bimssteinkrater, die sich auch aus der Menge und weiten Verbreitung des geförderten Materials zu erkennen giebt.

Die grössten Bomben, welchen ich an der Fossa begegnete, hatten Durchmesser von 1—2, ja bis zu 6 m. Ein Bruchstück eines grossen Auswürflings am Piano delle fumarole zeigte eine eigentümliche, von der Mitte ausgehende Absonderung, infolge deren es aus zahlreichen Pyramiden zusammengesesetzt erschien, deren Spitzen sich nach dem Mittelpunkte zusammenneigten und deren Grundflächen die Oberfläche der Bombe bildeten. Die Erscheinung erinnerte lebhaft an eine Zertrümmerung durch einen in der Mitte angesetzten Sprengschuss. Eine der grössten erhaltenen Bomben ist diejenige, welche am Fusse des Kegels westlich von den Pietre Cotte am Wege niedergefallen ist (Taf. XXI unten). Sie ragt über einen Meter aus dem Boden, ist ca. 1,5 m breit, oben flach; ihre Aufblähung geschah nach oben, wie die breiten Risse erkennen lassen, welche sich parallel zur Unterlage um den mächtigen Block herumziehen und das schaumige Innere zeigen. Unweit derselben liegt die andere auf Tafel XXI wiedergegebene, fast 3 m hohe und ebenso dicke Bombe,

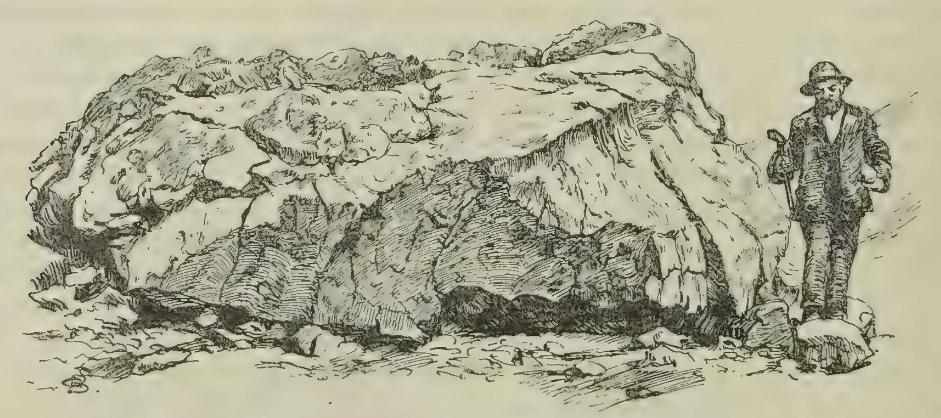


Fig. 23. Eine während der letzten Eruption ausgeworfene Bombe der Fossa di Vulcano. Nach einer Photographie von Herrn F. Sachs.

und die grösste von allen dürfte wohl eine am Rande des Kraters liegende sein, welche nach Schätzungen der Herren Professor Graeff und Ingenieur Sachs Dimensionen von 6, 5 und 1 m und einen Cubikinhalt von ungefähr 25 cbm besitzt! Vorstehend gebe ich eine Abbildung dieses Kolosses.

Es ist schon erwähnt worden, dass die jungen Bomben von Vulcano, in gleicher Weise wie die Pietre Cotte und die Obsidianlaven des Capistrello auf Lipari reich sind an schmutzig rötlich grauen doleritischen Einschlüssen, welche sicherlich von den zur Tiefe gesunkenen Schollen Altvulcanos herrühren.

Wenn ich nunmehr eingehender über die in so vieler Hinsicht bemerkenswerten Produkte der letzten Vulcano-Eruption und deren chemische und mineralogische Zusammensetzung spreche, so geschieht das wohl nicht besser, als wenn ich über die sehr ausführlichen Untersuchungen berichte, welche Mercalli über dieselben angestellt hat. Mercalli war selbst Augenzeuge der grossen Eruption, und seinen Studien kommt deshalb ein um so höherer Wert zu. Seine Mitteilungen beziehen sich auf die Reihenfolge, in der die

keineswegs immer gleichartigen Produkte gefördert wurden, deren chemische Beschaffenheit nach Analysen von Ricciardi und O. Silvestri angegeben wird. Später hat dann Hobbs[1]) in sehr detailierter Weise die mineralogische Zusammensetzung einer Bombe untersucht, welche er gelegentlich eines Ausflugs nach der Insel gesammelt hatte. Er gelangte zu dem Ergebnis, dass das von ihm studierte Gestein einen besonderen Typus, ein saures Anorthoklas-Augit-Gestein darstelle, welches er nach dem Namen der Insel als Volcanit[2]) bezeichnete.

Zu Beginn der Eruption schleuderte die Fossa älteres Material aus, kompakte Lavenstücke mit Einschlüssen von Dolerit und reich an sekundärem, teilweise in Tridymit umgewandelten Quarz. Mercalli bezeichnet diese Gesteine als mikrofelsitische Andesite (I); wegen ihres reichlichen Gehalts an Quarz ergab eine von Ricciardi ausgeführte Analyse den hohen Kieselsäuregehalt von 77,55%. Andere Auswürflinge der ersten Eruptionszeit hatten die Struktur sehr kompakter Breccien, deren Bestandteile Trümmer eines dem vorigen ähnlichen Gesteins und Fragmente verschiedenartigen anderen Materials, darunter solche eines schwarzgrauen Trachyts waren (II a, b). Schwefel, Eisenglanz, Pyrit und Magnetit liessen sich nach Mercalli an solchen Auswürflingen beobachten. Manchmal fanden sich auch Stücke von „Augittrachyt und olivinführendem Trachy-Andesit", endlich auch „Sanidinit" unter diesem älteren Material. In reichlicher Menge, aber immer als Einschluss, wurden damals wie auch später Bruchstücke des schon mehrfach erwähnten alten Dolerits (III) gefördert. Nachstehend seien die von Ricciardi (I, II) und O. Silvestri (III) an dem soeben erwähnten Material gewonnenen Analysenresultate mitgeteilt:

	I	IIa	IIb	III
SiO_2	77,55	67,38	63,94	55,82
P_2O_5	0,57	0,04	0,93	—
Al_2O_3	14,61	15,46	13,05	31,28 (Al₂O₃ + FeO + Fe₂O₃)
FeO	2,21	—	7,52	
Fe_2O_3	—	3,66	2,45	
MnO	0,08	0,29	0,12	—
CaO	2,12	4,72	3,35	3,91
MgO	0,32	1,03	0,43	0,44
K_2O	1,62	2,14	3,68	4,26
Na_2O	1,43	4,98	4,45	4,60
Glühverlust	—	0,41	0,34	0,58
	100,51	100,11	100,26	100,90

Unter dem soeben angeführten Material der ersten Eruptionen finden wir also solches Gestein wieder, welches wir am Monte Lentia, in den Doleriten Altvulcanos und endlich in den Lavaströmen der Fossa selbst kennen gelernt haben. Es hat sich also während der ersten Zeit vorzugsweise um eine Reinigung oder Erweiterung des von der Seite her verengten Schlotes gehandelt.

---

[1]) 1893, S. 574 ff.

[2]) Dieser Name ist selbstverständlich nicht ganz korrekt gebildet, denn die Insel heisst heute allgemein Vulcano. Es sei dementsprechend auch erlaubt, im Folgenden von Vulcanit zu sprechen.

Ueber die später geförderten Bomben und Sande berichtet Mercalli gleichfalls sehr eingehend. Nach dem mikroskopischen Befund nennt er das Gestein einen olivinführenden Andesit von hypokrystalliner Struktur. Höchst bemerkenswert ist der Wechsel in der chemischen Zusammensetzung des geförderten Materials, wie er ersichtlich wird aus acht von Ricciardi (I—V) und O. Silvestri (VI—VIII) an Bomben vorgenommenen Analysen und dem von Kahlenberg für Hobbs gewonnenen Ergebnis; das untersuchte Material I—VIII entstammt den Eruptionen während fünf auf einander folgender Monaten.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
SiO_2	69,52	62,42	60,50	63,18	59,27	63,85	62,26	66,83	66,99	
P_2O_5	1,46	1,45	1,12	1,36	0,91	—	—	—	Spur	
Al_2O_3	13,12	17,15	15,05	14,64	14,55	13,14	12,35	11,79	17,56	
Fe_2O_3	5,27	1,02	1,43	1,50	2,02	9,39	9,79	7,86	1,41	
FeO		5,91	6,07	5,18	7,17				3,39	
MnO	0,17	0,29	0,34	0,41	0,32	—	—	—	Spur	
CaO	7,18	6,39	8,61	7,69	7,76	4,00	3,62	2,52	4,25	
MgO	0,47	2,14	3,11	2,26	3,50	0,56	0,67	0,80	0,93	
K_2O	1,08	1,21	2,02	1,57	1,62	4,08	4,40	3,81	0,34	
Na_2O	2,06	2,09	1,83	2,48	2,88	6,13	5,58	5,54	3,35	
Glühverlust	0,42	0,53	0,21	0,21	0,36	0,30	0,58	0,64	1,53	(Wasser)
	100,75	100,60	100,29	100,48	100,36	101,45	99,25	99,79	99,75	

I. Auswürfling eines halbglasigen, kompakten Gesteins mit vielen porphyrischen Krystallen eines glasigen Feldspaths.

II. Auswürfling von dunkelgrauer Farbe, im Innern Bimsstein, halbglasig und schwärzlich auf der Oberfläche (Bombe).

III. Auswürfling eines schwärzlichen Gesteins, kompakt, von trachytischem Aussehen.

IV. Anderer Auswürfling, dem vorigen ähnlich.

V. Auswürfling, den beiden vorigen ähnlich, aber poröser. (Eruption vom 4. September 1888.)

VI. Schwarzer, halbglasiger Bestandteil einer Bombe vom 19. Februar 1889.

VII. Anderes halbglasiges, schwärzliches Krustenstück einer Bombe vom gleichen Tage.

VIII. Innere, bimssteinartige Masse derselben Bombe.

IX. Von Hobbs mitgeteilte, durch L. Kahlenberg vorgenommene Analyse des Gesteins, aus welchem die doleritischen Einschlüsse entfernt waren.

Aus den von Mercalli mitgeteilten Analysen ergiebt sich zunächst ein recht auffallender Wechsel des Kieselsäuregehaltes, der in den sehr weiten Grenzen zwischen 69,52 und 59,27 Prozent schwankt; auffallende Veränderlichkeit zeigte auch der Thonerde- und der Eisengehalt, doch bewegen sich in allen acht Analysen die Summen von Thonerde, Eisenoxyd und Eisenoxydul immerhin nur zwischen den Prozentzahlen 18,39 und 24,08. Sehr bemerkenswert aber sind die Verschiebungen zwischen dem Gehalt an Kalk einerseits gegen denjenigen an Kali und Natron andererseits; von letzteren überwiegt fast immer das Natron. Im allgemeinen fand eine Abnahme des Kalkgehalts gegenüber dem Gehalt an Alkalien während der fünfmonatlichen Untersuchungsperiode bis zum 19. Februar 1889 statt.

In den unter II und III angeführten Zusammensetzungen erkennt man leicht Dacite, welche grosse Aehnlichkeit besitzen mit demjenigen aus dem nördlichen Teile der Sierra del Gabo de Gata in Spanien, dessen Zusammensetzung nach Kottenhahn-Osann[1]) ich hier folgen lasse:

SiO_2	62,21
Al_2O_3	15,16
Fe_2O_3	5,26
FeO	1,36
CaO	6,55
MgO	2,61
K_2O	1,63
Na_2O	2,50
Glühverlust	2,25
	99,97

Bei der Besprechung der letzteren Analyse bemerkt Zirkel,[2]) dass es sich allerdings um einen abnorm basischen Dacit handle, der sich bereits den Andesiten nähere. Als Andesite sind denn auch die Gesteine III, IV, V aufzufassen.

Wenn auch die typische Zusammensetzung der Pantellerite, so wie sie von Foerstner[3]) mitgeteilt wurde, in keiner der untersuchten Proben wiederkehrt, so muss doch darauf hingewiesen werden, dass wenigstens eine (VIII) den Pantelleriten, jenen sauren, besonders durch die Anwesenheit von Anorthoklas und Cossyrit ausgezeichneten Gesteinen, sehr nahe steht. Ich lasse hier zum Vergleich die Zusammensetzung des Pantellerits von St. Elmo auf Pantelleria neben derjenigen des zuletzt erwähnten Gesteins folgen:

	Pantellerit von St. Elmo	VIII
SiO_2	67,48	66,83
Al_2O_3	9,70	11,79
Fe_2O_3	7,42	7,86 (Fe₂O₃ + FeO)
FeO	2,21	
CaO	1,45	2,52
MgO	0,77	0,80
K_2O	2,94	3,81
Na_2O	7,21	5,54
Wasser	0,96	0,64
	100,14	99,79

Die Zusammensetzung der jüngsten Bomben des Vulcano ist also keine gleichmässige, sondern sie schwankt zwischen derjenigen von Augitandesiten und von Pantelleriten und mag allgemein als eine dacitische bezeichnet werden. Hätte Hobbs die bereits von Mercalli mitgeteilten, unter einander so sehr abweichenden Analysen gekannt, so würde er das von ihm sehr genau und gewissenhaft studierte Gestein auch auf Grund seines Anorthoklasgehaltes nicht als einen eigenen Typus benannt und die ohnehin an Namen schon überreiche Petrographie um einen weiteren vermehrt haben. Freilich muss zugegeben werden, dass von allen analysierten „Vulcaniten" gerade Hobbs' Probe die auffallendste Beschaffenheit zeigt: keine der anderen besitzt einen so hohen Thonerde-, einen so niedrigen Eisengehalt, ein solches Missverhältnis zwischen dem Kali und Natronbestandteil. Wenn aber schon Rosenbusch[4]) gelegentlich der Erwähnung des Vulcanits gesagt hat, dass der Wert solcher neuer Benen-

---

[1]) Zeitschr. d. geol. Ges. XLIII. 1891, S. 330, 696. — [2]) Petrographie 2. Aufl. 1894. II. Bd. S. 575. [3]) Zeitschr. f. Krystallogr. V. 1881, 348. VIII. 1884, 125. XIX. 1891, 565. [4]) Physiographie II. 3. Aufl. 1896, S. 849.

nungen bei vulkanischem Auswurfsmaterial ein geringer sei, so gilt das besonders bei den Produkten der Fossa di Vulcano, welche, wie schon mehrfach betont worden ist, zu verschiedenen Zeiten verschiedene gewesen sind und nach den soeben gemachten Betrachtungen nicht einmal während der gleichen Eruptionsperiode eine einheitliche Beschaffenheit bewahrt haben. Dieser letztere Satz möge zur Kenntnis des Wesens der Ausbrüche des merkwürdigen Vulkans einstweilen dienen.

Aehnliche Zusammensetzung wie die Bomben besass auch das feinere Auswurfsmaterial, wie die folgenden von Mercalli mitgeteilten, von Ricciardi ausgeführten Analysen ergeben.

	I	II	III	IV
SiO_2	68,85	58,05	63,27	63,44
Cl	—	2,42	0,08	—
SO_3	1,05	0,21	0,41	—
P_2O_5	1,36	1,12	0,23	0,16
Al_2O_3	13,02	12,06	12,34	12,88
Fe_2O_3 } FeO }	2,67	8,42	7,32	7,64
MnO	0,21	0,44	0,34	0,29
CaO	4,72	8,76	8,06	6,04
MgO	1,57	3,62	3,99	2,45
K_2O	1,80	2,38	2,67	3,09
Na_2O	1,90	1,46	1,29	4,02
Glühverlust	3,03	1,42	0,30	0,31
	100,17	100,30	100,36	100,32

I. Asche vom 3.—5. August 1888. In Wasser löslich 2,667%.
II. Asche vom 3. September 1888. In Wasser löslich 4,15%. Enthielt freie Salzsäure.
III. Asche vom 7. September 1888. In Wasser löslich 1,001%.
IV. Asche vom 14. November 1888.

Die Fumarolengase der Fossa.— Die von den Fumarolen ausgehauchten Gase sind auch auf Vulcano vorzugsweise durch Sainte-Claire Deville und Fouqué untersucht worden. Die Fumarolen des Piano liegen nach ersterem über einer Spalte, welche mit dem Ausbruch der Pietre Cotte in Verbindung stehen soll (?); die Dämpfe derselben waren zu Devilles Zeiten tagsüber fast unsichtbar, nachts zeigten sie bläuliche Flammen und besassen bei einer Temperatur von 94° folgende Zusammensetzungen:

SO_2	62,3	87,3	89,2	75,8	84,2	69,6
O	6,4	} 12,7	{ 10,8	4,4	{ 15,8	5,5
N	31,3			19,8		24,9
	100	100	100	100	100	100

Daneben war ein geringer Gehalt an Salzsäure nachzuweisen. Es verdient bemerkt zu werden, dass diese Fumarolen, welche noch jetzt reichlich Schwefel absetzen, seitdem ihre Temperatur nicht erheblich verändert haben und noch zur Zeit meines Besuchs eine solche von 96° besassen. Einige Abschwächung hatten sie allerdings erfahren, als Fouqué 1865 den Piano besuchte; sie gaben damals Kohlensäure und wenig Schwefelwasserstoff nebst geringen Absätzen von Schwefel.

Die Fumarolen in der Fossa selbst waren nach Deville auf zwei Spalten verteilt: Die eine strich N 35° O, und die Dämpfe, welche schwefelige Säure, Wasser und Salzsäure enthielten, waren heiss genug um Blei zu schmelzen und gaben geringen Borsäure- und Schwefelabsatz. Gegen SW zu verringerte sich ihre Temperatur bis auf etwa 200° und ihre Zusammensetzung war dort:

SO_2	6,8
O	18,5
N	74,7
	100,0

Auf einer zweiten, N 15° W gerichteten Spalte hatten die Fumarolen, welche dort nur viel Schwefel und etwas Sulfate erkennen liessen, bei einer geringen, zwischen 60 und 120° liegenden Temperatur reiche Sublimationen gegeben. Die Krusten bestanden aus Schwefel, aus jodhaltigem Chlorammonium mit einem Ueberzug von Realgar, das etwas Selen und Phosphor enthielt, aus einem Agglomerat von Schwefel, Borsäure und Gesteinsstücken und endlich aus reiner Borsäure; die Zusammensetzung des Dampfgemisches war sehr ähnlich derjenigen der anderen Spalte.

Fouqué gelang es, auch die Zusammensetzung der sehr heissen Fumarolen zu ermitteln. Er fand für drei derselben

	I	II	III
	T = grösser als 360°	T = 250°	T = 150°
HCl und SO_2	73,80	66,00	27,19
CO_2	23,40	22,00	59,62
O	0,52	2,40	2,20
N	2,28	9,60	10,99
	100,00	100,00	100,00

Es kommen schon in diesen Gemischen die Gesetzmässigkeiten zum Ausdruck, welche zwischen der Zusammensetzung der Fumarolen und ihrer Temperatur bestehen und zuerst von Deville und Fouqué, später noch eingehend von Silvestri[1]) klargelegt worden sind. Diesen entsprechend fand Fouqué für zwei andere, minder heisse Fumarolen, welche beide nur Schwefel- und Borsäuresublimationen zeigten, während die drei letzteren von Krusten von Realgar, Eisenchlorid und Chlorammonium umgeben waren, bei Temperaturen von 100°

	I	II
SO_2	—	—
HCl	7,3	—
H_2S	10,7	Spuren
CO_2	68,8	63,59
O	2,7	7,28
N	11,2	29,13
	100,7	100,00

[1]) O. Silvestri, I fenomeni vulcanici presentati dall' Etna nel 1863, 64, 65, 66 considerati in rapporto alla grande eruzione del 1865. Studii di geologia chimica. Catania 1867. Im Auszug wiedergegeben von G. vom Rath, N. Jb, f. Min. etc. 1870. S. 51 ff. und 257 ff.

Die Fumarolenabsätze der Fossa. — Jene Zeiten, wo der Vulkan noch in grossen Mengen Fumarolenprodukte zum Absatz brachte, die technisch gewonnen wurden und in den Handel gelangten, boten eine günstige Gelegenheit für ein so sorgfältiges Studium der sublimierten vulkanischen Produkte, wie sie kaum an irgend einem anderen Vulkan gegeben war. Die älteren Angaben von Dolomieu und Spallanzani sind recht unvollständig und erwähnen noch nicht einmal die Borsäure, welche erst 1813 von Holland[1]) am Krater von Vulcano gefunden worden sein soll; nach Cossa[2]) ist dies vielleicht erst 1819 durch Lucas[3]) geschehen. 1822 hat Stromeyer die Borsäure von Vulcano untersucht und 1824[4]) über den Selengehalt des dort abgesetzten Schwefels berichtet, wobei er für das Selenschwefelgemisch den Namen „Vulcanit" vorschlug. Der schön goldgelbe Selenschwefel fand sich wohl vorzugsweise an den grossen Fumarolen des Kraters; indessen befindet sich solcher auch unter den Schwefelproben, die ich von den Pianofumarolen genommen habe.[5])

Crookes[6]) fand 1862 im Schwefel von Vulcano Thallium. Wer zuerst das Realgar in den Fumarolenabsätzen erkannt hat, ist mir unbekannt geblieben; Hoffmann[7]) erwähnt sein Vorkommen auf Vulcano im Jahre 1838. Bekanntlich ist das Mineral neben Auripigment auch an anderen Orten als Sublimationsprodukt zu finden; so an der Solfatara, wo es nach Scacchi[8]) neben Ammoniakalaun, Salmiak, Borsäure und Mascagnin (schwefelsaurem Ammoniak) vorkommt, am Vesuv[9]) und recht selten auch am Aetna.[10]) Auch der Salmiak, Gyps, Alaun und schwefelsaure Thonerde dürften schon seit langer Zeit am Vulcano bekannt sein. Für die Entstehung des Salmiaks hat Warrington[11]) eine primäre Existenz von Borstickstoff angenommen, aus welchem sich unter Einwirkung von Wasserdampf Borsäure und Ammoniak, aus letzterem dann unter Zutritt von Salzsäure Salmiak gebildet habe. Bolley[12]) glaubt eine Einwirkung von Salmiak auf Borate annehmen zu sollen, während endlich Dumas[13]) an eine Wechselwirkung zwischen Schwefelbor und Wasser denkt, welche die Erscheinung des Schwefelwasserstoffes und der Borsäure zugleich erklären könnte.

Cossas sehr eingehende Studien haben wichtige Beiträge zur Kenntnis der Sublimationsprodukte des Vulkans geliefert. Die grauen Konkretionen, die mitunter zwischen Lava-

---

[1]) Hoffmann 1838. II. 476. [2]) 1878, S. 118. [3]) 1819, S. 443.

[4]) 1824, S. 410. 1825. I. S. 336 ff. Schweigg. Journ. 1825, XLIII. — S. 452. Bombicci, Min. 2. 1875, S. 186 bezeichnete den Selenschwefel mit dem Namen Eolide.

[5]) Selenschwefel ist keine Eigentümlichkeit des Vulcano allein; Dana hat ihn z. B. am Kilauea gefunden (System of Mineralogy 1892, S. 10); der Schwefel der Solfatara enthält nach Deville (1856. XLIII. S. 746) Selen, und 1878 glaubte auch v. Lasaulx solchen am Aetna beobachtet zu haben. (Aetna, II. S. 494.) Gelegentlich der Untersuchung einiger mexikanischer Gesteine hatte auch ich Gelegenheit über den Selengehalt des Schwefels vom Pic von Orizaba mitzuteilen (Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 1894. XLVI. S. 151.

[6]) Citiert von Cossa.

[7]) 1838. II. 476. Sartorius von Waltershausen, Aetna. I. S. 84. [8]) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1852. IV. S. 170. [9]) Roth, Chem. Geologie III. S. 282.

[10]) Lasaulx in Sartorius von Waltershausen, l. c. II. S. 528, nach Maravigna, Mémoire pour servir à l'histoire naturelle della Sicile, Paris 1838, S. 23.

[11]) Chem. Gazette 1854, S. 119. [12]) Ann. Chem. Pharm. LXVIII. S. 122. [13]) Pogg. Ann. LVII. S. 604.

fragmenten auftraten, enthielten in 3 kg ausgelaugter Substanz über 200 g des regulär krystallisierenden Salzes 2 K Fl · Si Fl_4, welches er „Hieratit" nannte. Ausser Schwefel, Selenschwefel, Realgar, Salmiak, Borsäure fanden sich an den Fumarolen Kalium, -Rubidium- und Caesiumalaun, von letzterem 4 g auf 3 kg; ausserdem schwefelsaures Lithium und im Alaun Spuren von Thallium. Zugleich ergab sich die Anwesenheit von Mirabilit, Glauberit und löslichen Verbindungen von Arsen, Eisen, Thallium, Zink, Zinn, Wismut, Blei und Kupfer; letztere fünf Elemente waren sehr gut durch die gewöhnlichen analytischen Methoden zu bestimmen. Bis auf das Wismut waren dieselben schon aus den Fumarolenprodukten anderer Vulkane bekannt gewesen, das Vorkommen von Zinn von Abich am Stromboli nachgewiesen worden. Neuerdings hat Cossa noch einmal die vor 20 Jahren gesammelten Fumarolenprodukte analysiert und dabei auf 3 kg Substanz über 2 g reines Tellur gewonnen; das letztere soll nach ihm das nur in Schwefel enthaltene Selen noch überwiegen. Wenn ich nun noch hinzufüge, dass Deville,[1]) Bornemann[2]) und vom Rath[3]) auch Jod, letzterer auch Krusten und zierliche Krystalle von Chlornatrium, ersterer auch Phosphor nachzuweisen vermochten, so ergiebt sich folgende ansehnliche Reihe von Verbindungen und Elementen in den festen Fumarolenabsätzen der Fossa:

1. Schwefel,
2. Selenschwefel,
3. Tellur,
4. Realgar,
5. Borsäure,
6. Chlornatrium,
7. Chlorammonium,
8. Eisenchlorid,
9. Glauberit,
10. Lithiumsulfat,
11. Glaubersalz,
12. Alaun mit Gehalt an Thallium, Rubidium, Caesium,
13. Hieratit (Kalium-Kieselfluorid),
14. Kobalt,
15. Zink,
16. Zinn,
17. Wismut,
18. Blei,
19. Kupfer,
20. Jod,
21. Phosphor.

Mustert man diese Reihe vom Gesichtspunkt der Mineralparagenese aus, so wird man durch die Anwesenheit der Elemente Lithium, Zinn, Wismut, Bor, Phosphor, Arsen und Fluor, in zweiter Linie von Kupfer und Schwefel an die Zinnerzformation von Altenberg-Zinnwald und die Kupfer-Zinnerzformation von Cornwall erinnert, deren Genesis ja seinerzeit

---

[1]) 1856, S. 683. Nach Deville ist das Jod vielleicht in der Verbindung NH_4J enthalten.
[2]) 1857, S. 472. [3]) 1874, S. 66.

Daubrée[1]) in so geistreicher Weise mit dem Emporsteigen saurer Gesteinsmagmen (Granit) in Verbindung gebracht hat.[2]) In den von mir gesammelten Fumarolenabsätzen hat sich keine Borsäure mehr nachweisen lassen, wodurch indessen nicht bestritten werden soll, dass solche heute noch vielleicht in geringer Menge gefördert wird oder vielleicht in einiger Tiefe unter der Oberfläche noch angetroffen werden kann.

Die Faraglioni.

Am Porto di Levante, unmittelbar über den Gebäuden der früheren Fabrik aufsteigend, liegen diese Reste eines Vulkans, dessen Ausdehnung sich nicht mehr bestimmen lässt. Der grössere der beiden besteht aus Tuffen mit südwärts gerichtetem Schichtenfallen; an ihn schliesst sich gegen Norden ein aus Lava bestehender niedrigerer Rücken. Beide sind durch intensive Fumarolenwirkung bunt, vorzugsweise gelb gefärbt und so stark zerfetzt, dass man nur da und dort die frühere Gesteinsnatur an etwas frischeren Stücken wieder zu erkennen vermag. Die letztere erinnert schon äusserlich recht an die Laven des nordöstlichen Fossa-Abhangs, und auch nach dem mikroskopischen Befund ist das auch in scheinbar frischeren Stücken stark zersetzte und mit Gyps imprägnierte Gestein am ehesten für einen Trachyt-andesit zu halten.

Aus den zersetzten Massen wurde ehedem Alaun gewonnen und zu solchem Zweck hat man in sie tiefe Weitungsbaue gebrochen. Die eine dieser Alaunhöhlen, welche ich besuchte, liegt im nördlichen Faraglione und ist etwa 30 m tief, etwas nach abwärts geneigt; indem man Pfeiler stehen liess, verhinderte man den Zusammenbruch der ausgehöhlten Tuffmasse. Die Gewinnung des Alauns geschah nach vom Rath auf einfache Weise dadurch, dass man das an Gyps und anderen Sulfaten reiche Gestein mit heissem Wasser übergoss und die Lauge eindampfte. Seit Jahren ist die Alaunproduktion eingestellt und die Höhle verlassen.

Ausser dieser Grotte wird des öfteren eine andere erwähnt, welche sich auf der dem Meer zugewandten Seite des riffartig aufsteigenden höheren Faraglione befindet. Nach Spallanzani[3]) besass diese Grotte wegen ihres warmen Mineralwassers einigen Ruf; ihren Boden bedeckte eine kleine Lacke, deren Temperatur nicht ganz den Siedepunkt erreichte. Gleiche Verhältnisse traf auch Hoffmann[4]) an, der hinzufügt, dass das Meerwasser in der Nähe noch 35° C (28° R) warm sei. Judd[5]) beschreibt die Grotte gleichfalls und giebt an, dass ihre Wände berieselt werden von sauren Wässern, die reich seien an Salzen, so dass sich an den Wänden Stalaktiten von Alaun und Gemische von Kalk-, Eisen- und etwas Kupfersalzen absetzten. Es fanden sich hübsche Krystalle von Voltait.

Das in der Grotte sich entwickelnde Gas bezeichnete schon Spallanzani als Schwefelwasserstoff und Kohlensäure. Sainte-Claire Deville[6]) hat zuerst die in der „Grotta dell' acqua bollente" — wie man sie damals nannte — aufsteigenden Gase genauer unter-

---

[1]) Daubrée, Ann. des mines, 1841 (3) XX, p. 65. — Experimentalgeologie, 1880. S. 23.

[2]) Ausser in den bekannten Nocerinauswürflingen der Regione fluorifera in Campanien (Scacchi, Atti d. R. Acc. Sc. Fis. e Mat. di Napoli 1885 (2) II Nr. 2) hat man Fluor auch in den Vesuvemanationen von 1850, 1855, 1872 konstatiert. Scacchi, Rend. R. Acc. Nap. 1852, S. 105. — Guarini, Palmieri und Scacchi. Eruzioni vesuviane del 1850 e 1855. Napoli 1855, S. 47—51, 69—71. — Scacchi, Contribuzioni minerologiche per servire alla storia dell' incendio vesuviano del 1872. Parte II. Att. R. Acc. Nap. VI. S. 35—37, 65—66.

[3]) 1792, S. 168 ff. [4]) 1832, S. 67. [5]) 1875, S. 144. [6]) 1856, S. 685.

sucht. Das Wasser enthielt Alaun, der gewonnen wurde, und besass im Oktober 1855 nur eine Wärme von 28° C. Am 7. und 9. Juli 1856 betrug seine Temperatur indessen 82°, resp. 84° und hatte folgende Zusammensetzung:

	7. Juli		9. Juli
SH_2	82,8	83,1	89,6
CO_2	9,8	6,4	2,5
O	0,6	0,7	—
N	6,8	9,8	7,9
	100,0	100,0	100,0

Sehr verschieden davon ist das Resultat der 1865 von Fouqué[1]) angestellten Analyse; obwohl auch damals das Wasser noch eine Temperatur von 86° besass, überwog doch bei weitem die Kohlensäure den Schwefelwasserstoff. Fouqué fand

SH_2	17,55
CO_2	77,02
O	0.70
N	4,73
	100,00

Seit langer Zeit sind Gasausströmungen auf dem Grunde des Porto di levante bekannt. Deluc[2]) berichtet, dass das Meer an vielen Stellen dortselbst gelb gefärbt und unerträglich heiss war und da und dort rauchte. Wo heisse Quellen in das Meerwasser sich ergossen, starben alsbald die Fische, so dass die Küste mit solchen bedeckt war. Aehnliches berichten auch Dolomieu[3]) und Salino.[4])

Bei der Analyse der Gase, welche Fouqué ausserhalb der zuletzt genannten Höhle im Meere aufgefangen hatte, ergab sich eine stetige Abnahme des Schwefelwasserstoffs, je weiter entfernt von der Acqua bollente die Probe genommen war. So hatte das in 250 m Entfernung aufgefangene Gas folgende Beschaffenheit:

SH_2	—
CO_2	38,79
O	3,79
N	57.42
	100,00

Endlich gab es noch 200 m westlich der Fabrik einen kleinen Brunnen von 3 m Tiefe, dessen Wasser 1856 (Deville) 25°, 1877 (Cossa)[5]) noch 22° hatte, und aus welchem Gase von nachstehender Zusammensetzung aufstiegen:

		1856		1877	
CO_2	86,0	83,0	86,0	78,0	80,0
O	0,4	0,0	0,0	0,5	0,6
N	13,6	17,0	14,0	21,5	19,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Cossa vergleicht diese Mofette mit der Grotta del Cane in den phlegräischen Feldern.

---

[1]) 1865, S. 566. [2]) Citiert von Spallanzani, S. 204. [3]) 1783, S. 23—24. [4]) 1874, S. 164. [5]) 1878, S. 124.

In die Tuffmassen des südlichen Faraglione hatten sich die in der Borsäurefabrik und in der Fossa beschäftigten Sträflinge Höhlen gearbeitet, welche sich gelegentlich der letzten Eruption des Vulkans, dessen glühenden Auswürflingen alle Gebäude zum Opfer fielen, während des ersten Schreckens wenigstens als „bombensicher“ erwiesen. G. vom Rath schildert sie als eine Art Dampfbad; sie hatten sich wenigstens in dieser Hinsicht zu ihrem Vorteil verändert, als ich darin mein Quartier aufschlagen musste.

Der Vulcanello.

Durch eine kaum meterhohe aschenbedeckte Ebene, die bei stürmischem Wetter teilweise unter Wasser steht, ist der Inselkörper von Vulcano verbunden mit einer kleinen, fast kreisförmigen Halbinsel, deren Oberfläche aus den Produkten eines kleinen Drillingsvulkans, des Vulcanello, besteht. Man möchte glauben, es sei vor dem Ausbruch dieser drei Kraterchen, deren höchster nur 123 m hoch ist, künstlich eine Ebene bis zum Meerespiegel aufgeschüttet worden, auf der sich dann die Kegel aufbauen und die leichtflüssige Lava ausbreiten konnten, so lehrreich bietet sich dieses zierlichste Vulkangebilde der liparischen Inselwelt dem Beschauer dar. Zum weitaus grössten Teil wird die Halbinsel gebildet durch übereinandergelagerte Lavaströme, die fast ringsum, die kleine Strecke zwischen der Punta del Roveto und der Punta di Samossà ausgenommen, in steilen bis gegen 30 m hohen Wänden gegen die See abgebrochen sind. Zwischen den beiden genannten Punkten hat der Wogenanprall den östlichsten der drei Vulkane selbst aufgerissen, so dass seine innere Struktur in ausgezeichneter Weise freigelegt ist (Taf. XX oben). Wie wenn man eine Zwiebel entblättert, so dass unter jedem äusseren Blatt noch ein Stück von der Fläche des nächstfolgenden inneren zu Tage liegt, so ist jener kleine Kegel nicht einfach angeschnitten, sondern die einzelnen ineinander geschachtelten Schalen von Tuff und Schlacken sind teilweise in ihrer vollen Fläche freigelegt, und im Innern sieht man die grobschlackige, von einem Lavagang durchsetzte Kernmasse.

Von den drei auf dem Gipfel des etwas langgestreckten Bergrückens in SW—NO neben einander liegenden Kratern ist der südwestlichste am besten erhalten.[1]) Seine Gehänge sind unten flach, oben steiler, seine Tiefe beträgt etwa 40 m, sein Umfang etwa 200 m. Seine Innenwände sind sehr steil und durch Regengüsse gerillt; der Kraterboden ist jetzt kaum mehr zugänglich, nachdem der Weg verfallen ist, der ehedem nach Höhlenwohnungen im Innern des Trichters führte. Gegen Nordwesten ist der Kraterrand um ungefähr 20 m niedriger als nach der entgegengesetzten Seite, was dem an und für sich schon prächtigen Anblick zu gute kommt, den dieser vegetationslose, gelbrote und graue Tuffkegel gegen Lipari hin bietet. Dieser Vulkan ist der jüngste von den dreien und hat keine Lava ergossen.

Sein Verhältnis zum mittleren Kegel entspricht demjenigen zwischen den beiden Kratern des Puy de Pariou in der Auvergne, wie es Scrope beschrieben und abgebildet hat;[2]) die Aehnlichkeit ist eine vollkommene: Der Rand des jungen Kraters geht im Süden unmittelbar in den etwa 20 m höheren (123 m) Wall des älteren über, und zwischen beiden ist der letztere grösstenteils ausgefüllt durch die Auswurfsmassen des ersteren. Der mittlere Krater

---

[1]) Eine gute Abbildung giebt Houel, I. Taf. LXV.

[2]) Volcanos 1872, S. 62—63, Fig. 8, 9. — The Geology and extinct volcanos of Central France. London 1858, S. 61 ff.

hat die jüngste Lava von sich gegeben, welche ringsum die steinige Oberfläche der Halbinsel bildet; deutlich lässt sich in 60 m Höhe der Ursprungsort an der Nordwestseite des Kegels erkennen, wenn er auch durch die Tuffe des jüngsten verdeckt worden ist. Auch an der Südseite konnte ich die Lava bis in die Höhe von 50 m verfolgen: alles spricht dafür, dass sich die Lava über den gegen Westen niedrigeren, jetzt durch den Ausbruch des jüngsten Kegelchens verdeckten Rand des mittleren Kraters ergossen und nach allen Seiten ausgebreitet, ihren Abfluss aber, entsprechend der ursprünglichen Neigung des Untergrunds, vorzugsweise gegen Süden gefunden hat.

Auf kleinem Raum zeigt die Insel Vulcano aufs schönste, wie sehr die Erscheinungsweise der Lavaströme abhängig ist von ihrer chemischen Zusammensetzung: am steilen Abhang der Fossa die Pietre cotte, ein kurzer Obsidianstrom mit wildzerrissener, blockiger Oberfläche; im Norden der Insel der jüngste Leucitbasanitstrom des Vulcanello, eine ausgezeichnete, oft tauartig gewundene Fladenlava von so grosser Leichtflüssigkeit, dass sie sich trotz der geringen Neigung ihres Untergrunds rings um den ganzen Kegel ausbreiten konnte und es anfangs schwer fällt, ihren Ursprungsort nachzuweisen.

Am Nordabhang des Mittelkegels finden sich grosse Massen sehr grobblasiger schwarzer oder gebleichter Auswürflinge, die sehr wohl von der Eruption des jüngsten Kegels herrühren können. Sie enthalten zersetzte Feldspäthe und Quarziteinschlüsse und sind besonders gegen Westen zu durch Fumarolen stark verändert.

Der dritte der drei Kegel ist nur zur Hälfte erhalten; es ist der schon erwähnte, vom Meer grossenteils zerstörte Vulkan. Der noch erkennbare Teil seines Walls ist durch eine 30 m breite, 60 m lange Ebene von dem Mittelkegel getrennt und etwas niedriger als dieser. Man sieht dort gegen Westen einfallende Lager von schlackiger Lava und Auswürflingen. Steht man an dem östlichen Absturz des Bergs, so hat man vor sich Laven, die ausgezeichnet sind durch ihre riesigen Blasenräume. Die Hohlräume nehmen von der faserigrauhen Oberfläche her dermassen zu, dass das Innere nur einen einzigen grossen Luftraum darstellt, der von einem Maschenwerk fester, aber oft nur millimeterdicker Lavastäbchen durchwachsen ist; der Durchmesser der Maschen im Inneren dieser merkwürdigen rotbraunen Schlacken beträgt häufig viele Centimeter; oft ragen die Lavastäbchen wie Stalaktiten in grössere Hohlräume hinein und ihnen stehen dann andere ähnliche, als die bei der Blähung des Gesteins losgerissenen Gegenenden gegenüber. Alles deutet auf die ausserordentliche Leichtflüssigkeit und einen enormen Gasgehalt des Gesteins hin.

Ueber die petrographische Natur der Vulcanello-Laven haben bis in die neueste Zeit verschiedene Meinungen geherrscht. Judd glaubte, dass wenigstens ein Theil derselben basisch sei. Sabatini[1]) hatte sie als einen Augit-Trachyt bezeichnet, der stellenweise in Augit-Andesit übergehe, und Mercalli hat sie zuletzt[2]) als in Noseanbasanit übergehenden Andesit benannt, wobei er indessen das Gestein der Punta del Roveto ausnahm, welches er als vollkrystallinen, peridotführenden Augit-Andesit mit etwas Nephelingehalt bestimmte. Erst Bäckström[3]) erkannte in allen von ihm am Vulcanello gesammelten Gesteinen orthoklasführende, olivinarme Leucitbasanite, und diese Bezeichnung passt für fast alle mir vorliegenden Proben mit Ausnahme des Gesteins, welches an der Küste bei der Punta del Roveto nahe dem Meeresniveau ansteht und wegen seines grünen Ueberzugs von Kieselkupfer „Pietra bronzina“ genannt wird.

---

[1]) 1892, S. 115. [2]) 1892, S. 102, 103. [3]) Ueber leucitführende Gesteine von den liparischen Inseln. Geol. Fören. i. Stockholm, Förhandl. XVIII. 1896, S. 155 ff.

Wie gesagt, ist die oberste Lavaschicht als typische Fladenlava ausgebildet; diese besteht vorzugsweise aus grossblasigem, schwarzbraunem Glas und hat auf frischem Bruche ein pechsteinartiges Aussehen. Der Dünnschliff zeigt in dem braunen, schlierenweise auch lichteren Glase ausser grösseren Ausscheidungen von schwach pleochroitischem, zonarstruirtem grünem Augit, sowie Plagioklas, Olivin und Erz die ersten Anfänge einer zweiten Augitgeneration in wirren mikrolithischen Nadeln und recht spärliche Feldspatmikrolithen; ausserdem sieht man ziemlich spärlich winzige, ringsum ausgebildete Leucitkryställchen.

Von Laven der tieferen Schichten liegen mir Proben von der Punta di Lena (aus drei Niveaus: 4, 9 und 25 Fuss über der See), zwei von der Punta di Samossà und einige aus dem Innern der Halbinsel vor:[1]) sie haben alle ein sehr ähnliches, lichtgraues Aussehen, sind wenig fest, reich an Poren und diese mitunter besetzt von feinen Eisenglanzschüppchen. Als makroskopisch sichtbare Ausscheidungen enthalten sie bis 1 cm lange grüne Augite, etwas kleinere, weniger auffallende Plagioklase und nicht sehr viel Olivinkörner. Im Dünnschliff zeigt die meist holokrystalline Grundmasse Durchschnitte von Feldspathleistchen, welche Bäckström teils dem Oligoklas teils dem Orthoklas zurechnet, zahlreiche Magnetitkörnchen und isotrope Krystalle von Leucit, welche nach dem gleichen Petrographen 0,1—0,2 mm gross werden; in den mir vorliegenden Schliffen erreicht der Leucit diese Durchmesser wohl nie (im günstigsten Falle betrug er 0,075 mm); doch zeigen auch winzige Kryställchen die für das Mineral charakteristischen Augitkränzchen und -Haufen so schön, dass dasselbe in einem guten Schliffe nicht verborgen bleiben kann.

Nach Bäckström enthalten auch die Auswürflinge und Aschen des Vulcanello etwas Leucit; in dem mir vorliegenden, etwas spärlichen und nicht ganz frischen Material vermag ich nur zersetzte Feldspäthe und Quarzeinschlüsse nachzuweisen.

Von der Punta del Roveto erwähnt der schwedische Geologe zwei zu den besprochenen Leucitbasaniten gehörige Gesteine; nach seiner Beschreibung sind dieselben nicht identisch mit der rötlichgrauen Lava welche ich dort etwa 2 m über dem Meeresspiegel gesammelt habe. Dieselbe ist fast ganz dicht und erinnert schon äusserlich am allermeisten an die am Südabhang des Vulcano bei der Grotta dei Palizzi anstehende Lava. Trotz eingehender Durchsuchung habe ich in ihr keinen Leucit auffinden können. Sie enthält gegen 1 cm grosse Einsprenglinge eines grünen Augits, ziemlich reichlich grosse Olivinkörner und gerundete, mit einem flockigen Rand umgebene Plagioklase. An letzteren ist stets undulöse Auslöschung zu beobachten. Feldspathdurchschnitte ohne Anzeichen einer Zwillingsverwachsung sind vorhanden und zeigen gleichfalls letztere Erscheinung. Die Feldspäthe der holokrystallinen Grundmasse sind teilweise Plagioklas; zum grossen Teil aber bilden sie eine flockige Füllmasse ohne Zwillingsverwachsung, aber gleichfalls undulös auslöschend. Sie und die flockige Umrandung der Plagioklase möchte ich nichtsdestoweniger für Sanidin halten, der demnach in nicht unerheblicher Menge an der Zusammensetzung des Gesteins betheiligt wäre. Das letztere ist saurer als das Hauptgestein des Vulcanello und als ein olivinführender Trachytandesit zu bezeichnen. Nephelin hat sich nicht nachweisen lassen.

Eine von Herrn cand. chem. Happe im Laboratorium der Universität ausgeführte Analyse ergab die folgende Zusammensetzung des Gesteins der Punta del Roveto:

SiO_2	58,21
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	25,59
MgO	1,60
CaO	5,37
Na_2O	4,88
K_2O	5,47
	101,12

[1]) Ich verdanke dieselben zum Teil den Herren Prof. Reid und H. Hovey.

Dagegen hatte die auf Anregung Bäckströms vorgenommene Analyse eines etwas Glas und besonders viel Leucite führenden hellgrauen Leucitbasanits von der Punta del Roveto ergeben:

SiO_2	51,38
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	26,35
MgO	6,02
CaO	9,09
Na_2O	4,76
K_2O	3,33
	100,93

Bei meinem letzten Besuch der Insel um Ostern 1898 überzeugte ich mich davon, dass die Punta del Roveto als eine einheitliche, massige Klippe von rotgrauer Farbe sich deutlich von den schwarzgrauen Lavaströmen des Vulcanello abhebt, welche, zu mehreren übereinander gelagert, dieselbe früher wohl umgeben haben, jetzt aber, nachdem sie durch den Wogenanprall zerstört wurden, an ihr abzubrechen scheinen. Der Felsen der Punta del Roveto ist also thatsächlich der letzte freiliegende Rest eines älteren trachytischen Kraters, möglicherweise desjenigen, auf welchen die Laven und landeinwärts fallenden Tuffe der Faraglioni hinweisen.

An vielen Stellen der Halbinsel findet man deutliche Spuren von Fumarolen, nämlich stark veränderte Laven und Tuffe und Absätze von Schwefel. 1770 soll nach Brydone[1]) der kleine Krater noch Dampfmassen ausgehaucht haben, die man von Stromboli aus wahrnehmen konnte (??), und 1776 sah Houel[2]) auf seinem Boden kleine Fumarolen aufsteigen. Der Zustand des Vulkans war nach des Malers Beschreibung und Abbildung derselbe wie heutzutage. Mercalli fand noch 1878 dort Dampfausströmungen vor; sie waren verschwunden, als er 1889 wiederum den Vulcanello besuchte; sie sollen vorzugsweise Wasserdampf und etwas schwefelige Säure gegeben haben. In früheren Jahren hat man am Vulcanello auch Alaun gewonnen.[3])

Der Vulcanello ist zweifellos eines der allerjüngsten Gebilde auf den äolischen Inseln. Er ist sicherlich niemals ganz vom Meer bedeckt gewesen. Dieses letztere hat wahrscheinlich auch nie die Lavaebene ständig überspült, obwohl diese in ihren unteren Teilen um kaum 10 m den heutigen Meeresspiegel überragt; die ruhige Ausbildung der Fladenlava wäre unter Wasser nicht denkbar gewesen, und dem Wogenanprall würde sicherlich der zierliche Krater zum Opfer gefallen sein. Es wäre daher nicht unmöglich, dass sich derselbe erst in historischer Zeit gebildet habe, wie allgemein behauptet wird, indem man sich auf eine Auseinandersetzung des Cluverius stützt, die sich wiederum auf das Zeugnis des Plinius beruft. In der Naturgeschichte des letzteren findet sich nämlich ein längerer Abschnitt, der von solchen Inseln handelt, die sich in historischer Zeit gebildet haben sollen; es heisst darin folgendermassen:[4]) „Vor unserer Zeit tauchte neben Italien unter den äolischen Inseln eine (Insel), desgleichen eine von 2500 Schritten Länge und mit darauf befindlichen warmen Quellen neben Kreta aus dem Meere hervor; noch eine andere, welche mit heftigem Winde begleitet brannte, zeigte sich im 3. Jahre der 163. Olympiade im tuscischen Meerbusen. Man erzählt auch, alle Menschen, welche von den um dieselbe in grosser Anzahl schwimmenden Fischen

---

[1]) 1776, I. S. 32. [2]) 1782. I. S. 118, Taf. LXV. [3]) Erzherzog Ludwig Salvator 1893, S. 72, 74.
[4]) II. 89. Wittst. I. S. 198.

gegessen hätten, wären sogleich gestorben.“ Man hat die letztere Nachricht, die sich also auf das Jahr 125 v. Chr. bezieht, zu der Entstehung des Vulcanello in Beziehung bringen wollen. Schon v. Hoff[1]) hat auf die Unklarheit dieser ganzen Stelle hingewiesen: was spricht denn überhaupt dafür, dass unter dem „tuscischen Meerbusen“ die Gegend der äolischen Inseln gemeint sei, die Plinius zuvor bereits ausdrücklich nannte, als er von einer anderen Eruption zu unbestimmter Zeit sprach? Welches Ereignis Plinius gemeint hat, lässt sich kaum mehr erkennen; jedenfalls aber hat man kein Recht, diese Stelle auf die Entstehung des Vulcanello zu beziehen und das geschichtliche Datum daraus abzuleiten, wie es zuerst ganz irrtümlich von Fazello[2]) für Vulcano, später für den Vulcanello von Cluverius und einer Anzahl Neuerer geschehen ist.

Mit mehr Recht mag die Entstehung der kleinen Vulkangruppe auf eine Eruption zurückgeführt werden, von der schon lange vor Plinius Aristoteles (384—322 v. Chr.) berichtete.[3]) Nachdem er die Erdbeben damit erklärt hat, dass unterirdische Winde einen Ausweg suchten und sich in Eruptionen endlich einen solchen brächen, führt er im weiteren Verlauf ein Geschehnis an, das sich vor Zeiten nahe der Insel Hiera (heute Vulcano) abgespielt habe. Er sagt: „Dort blähte sich die Erde ein wenig auf und erhob sich unter Getöse zu einer Art Hügel; nachdem dieser durchbrochen war, drang daraus ein heftiger Luftstrom (*πνεῦμα*) hervor, der Funken und Asche mit sich emporriss. Und die nahegelegene Stadt Lipari überschüttete er ganz und gar mit Asche, die auch bis nach einigen Städten Italiens getragen wurde. Und noch jetzt kann man deutlich die Stelle sehen, wo sich das zugetragen hat.“ Demnach wäre die Entstehung des Vulcanello wohl noch vor das Jahr 350 v. Chr. zu setzen. Nicht ohne Interesse ist dieser kurze Bericht auch deshalb, weil er sehr an den des Francesco del Nero[4]) über die Eruption des Monte nuovo (1538) und an die von Humboldt überlieferte Schilderung von der Entstehung des Jorullo (1759)[5]) erinnert; in beiden Fällen ist gleichfalls davon die Rede, dass die neuen Berge durch eine Aufblähung des Bodens entstanden seien, und hätte v. Buch die erwähnte Stelle des Aristoteles gekannt, dann wäre sie wohl nicht minder wie jene beiden andern Berichte zur Verteidigung seiner Theorie von den Erhebungskratern ins Feld geführt worden.

Eine gewisse Erscheinung, die hier erwähnt sein möge, über deren Wichtigkeit sich aber kein ganz sicheres Urteil abgeben lässt, spricht allerdings dafür, dass vielleicht auch mit Aristoteles' Worten der Vulcanello nicht gemeint ist, dass derselbe vielmehr sogar noch älter ist als vorhin angedeutet wurde. Die Laven und Tuffe des Vulkans sind nämlich mit derselben rostroten Rinde bedeckt, welche fast alle Gesteine des Inselgebiets überzieht und z. B. auch den Hornblende-Glimmer-Andesit der Montagnola auf Filicudi eigen ist. Ebendort hat sich gezeigt, dass eine altgriechische Inschrift auf einem Felsblock noch nicht wieder von jener Verwitterungskruste überzogen ist, dass also die Bildung derselben viel längere Zeiten in Anspruch genommen hat, als sie die dritthalb Jahrtausende seit dem historischen griechischen Altertum umfassen.

Die schon mehrfach erwähnte rote Oberflächenfarbe der liparischen Laven ist aber offenbar eine Verwitterungserscheinung und hat nichts zu thun mit der rostroten Rinde,

[1]) 1824, S. 258. [2]) 1558, S. 5. 1574, S. 6. 1579, S. 3. [3]) Meteor. II. 8.
[4]) Haagen von Mathiesen, N. Jb. f. Min. etc. 1846, S. 699—707. J. Roth, Vesuv, 1857, S. 507.
[5]) Humboldt, Essai politique sur la Nouvelle Espagne I. 251.

welche nach Heim alsbald manche erstarrten noch heissen Vesuvlaven überkleidet, wo sie mit der Luft in Berührung kommen.[1])

Die von Plinius gebrachte Angabe gehört in die Reihe anderer bis in die jüngste Zeit reichender Mitteilungen, welche mit Bestimmtheit auf die Existenz unterseeischer Vulkane im liparischen Archipel hinweisen, die, ähnlich der im Jahre 1831 aufgetauchten Ferdinandea, sich wohl zu Zeiten bis an die Meeresoberfläche erhoben haben können. Am ausführlichsten berichtet Strabo[2]) darüber: „Posidonius erzählt, man habe zu seiner Zeit um die Sonnenwende bei Sonnenaufgang zwischen Hiera und Euonymos[3]) das Meer sich zu ungeheurer Höhe erheben und eine Zeit lang anhaltend in siedender Wallung bleibend, dann aber sich beruhigen sehen. Diejenigen, welche hinzuschiffen wagten, hätten todte Fische auf den Wogen treiben sehen und wären, von Hitze und Gestank überwältigt, entflohen, eins der Bote aber, welches sich am meisten genähert, hätte einen Teil seiner Mannschaft verloren, die übrigen aber hätten sich mit Mühe und Not nach Lipara gerettet, indem sie bald gleich Fallsüchtigen sinnlos geworden, bald aber auch wieder zur natürlichen Besinnung zurückgekehrt wären. Viele Tage später habe man auf der Oberfläche des Meeres sich Schlamm ansetzen, an vielen Stellen auch Flammen, Rauch und Dämpfe hervorbrechen sehen, später aber habe sich der Schlamm verhärtet und sei Mühlsteinen ähnlich geworden. Der Statthalter von Sicilien, Titus Flaminius, habe dem Senat den Vorfall gemeldet, dieser aber Abgeordnete hingesendet, um sowohl auf dem Inselchen, als auf Lipara den Göttern der Unterwelt und des Meeres Sühnopfer zu bringen.“ Livius[4]) berichtet von der Entstehung einer Insel „haud procul Sicilia“ unter dem Consulat des M. Claudius Marcellus und Qu. Fabius Labeo, im Todesjahr Hannibals (183 v. Chr.). v. Hoff[5]) glaubt allerdings, dass sich hier der Schriftsteller eine Verwechselung mit der Insel Hiera bei Thera, der heutigen Palaea Kaimeni (Santorin) habe zu Schulden kommen lassen, deren Bildung er selbst irrtümlich in das Jahr 184 verlegt, die aber nach Reiss und Stübel[6]) schon 198 v. Chr. entstanden ist.

Eine submarine Eruption hatte nach Julius Obsequens[7]) und Orosius[8]) im Jahre 126 v. Chr. statt. Der erstere berichtet darüber: „Unter dem Consulat des M. Aemilius und L. Aurelius Orestes spie der Aetna unter Erdbeben Feuer weithin über seinen Gipfel, und bei den liparischen Inseln kochte das Meer auf, einige Schiffe gerieten in Brand und durch den Dampf kamen die meisten ihrer Bemannung um; eine grosse Menge toter Fische trieb umher. Die Liparoten, welche sie gar zu gierig für ihre Mahlzeit aufsammelten, verdarben sich den Magen, so dass die Inseln durch eine neue Pest heimgesucht wurden.“ Ganz ähnlich lautet auch der Bericht des Orosius.

Diese alten Erzählungen gewinnen an Glaubhaftigkeit und Bedeutung durch die Beobachtungen, welche man gelegentlich des letzten grossen Ausbruchs und nach ihm über unterseeische Eruptionen in zum Teil nicht unerheblicher Entfernung von Vulcano gemacht hat. Es ereigneten sich nämlich nach Platania nicht weniger als viermal Unterbrechungen des von Lipari nach Milazzo führenden Telegraphenkabels; die Zerstörungen fanden stets an verschiedenen Stellen statt:

---

[1]) A. Heim, Der Ausbruch des Vesuv im April 1872. Basel 1873, S. 38.
[2]) VI. 277. Forbiger III. S. 42 f. [3]) = Panaria. [4]) XXXIX. c. 56. [5]) 1824, S. 254 f.
[6]) Geschichte und Beschreibung der vulkanischen Ausbrüche bei Santorin. Heidelberg 1868, S. 10 ff.
[7]) De prodigiis ed. Jahn. S. 121. [8]) Historiarum lib. V. cap. 10.

21.—22. November 1888 6900 m ONO vom Krater in 869 m Tiefe,
30. März 1889 a) über 8000 m O vom Krater in 1006 m Tiefe,
b) 6500 m von der Insel in 933 m Tiefe,
11. November 1889 5000 m NNO vom Krater in 741 m Tiefe,
14. Dezember 1892 ca. 6000 m NO vom Krater in 695 m Tiefe.

Die Beschädigungen bestanden entweder in einer Schmelzung der Guttapercha (30. III. 89a), oder diese war abgerieben (14. XII. 92), und die Kupferdrähte waren abgerissen, einmal wie glatt abgeschnitten (14. XII. 92). Mitunter hatte es ganz den Anschein, als ob irgend eine schwere Masse auf das Kabel gefallen wäre und es abgequetscht hätte (21./22. XI. 88. 11. XI. 89).

Ich habe schon oben die bemerkenswerte Stelle aus Fazello angeführt, wonach noch im XVI. Jahrhundert zwischen Vulcano und Vulcanello eine freie Durchfahrt bestanden hat. Dafür, dass der letztere noch um dieselbe Zeit thätig gewesen sei, wie Sabatini angiebt, habe ich keine historischen Beweise finden können.

Ein Rückblick auf die geologische Vergangenheit der Insel lässt folgende Hauptabschnitte erkennen:

Land	Meer
Submarine Entstehung des basaltandesitischen Urkegels.	Meeresniveau um mehrere hundert Meter höher als zur Jetztzeit.
Einsturz des letzteren.	
Submarine Entstehung des Monte Saraceno, des Timpone del Corvo, der Felicicchie und der Sommata über dem Bruchfeld.	
Unbestimmte, aber vermutlich weit gegen Norden sich erstreckende Ausdehnung einer Basaltandesite fördernden Vulkangruppe, welche mit ihren Produkten allmählich ein unterseeisches Becken, den heutigen Piano, erfüllt.	Rückzug des Meeres, Bildung quartärer Ablagerungen aus aufbereitetem Material im Süden der Insel.
Bimssteineruption südlich von der Insel.	
Letzte basaltandesitische Ergüsse.	
? Geringfügige Bildung von Tufflöss.	
Fortgesetzte Nachsackungen im Gebiete des Piano.	
Längere Pause.	
(? Erster Einsturz im Norden Altvulcanos.) Entstehung des liparitischen Lentia-Vulkans.	
Niederbrechen der alten basaltandesitischen Massen und des grössten Teils des Lentia-Vulkans im Umfang des heutigen Ringwalls. Einsturz des südwestlichen Gebietes im Bereich des Timpone del Corvo und des Monte Saraceno. Neubildungen über dem Bruchfeld:	
Der Faraglioni-Vulkan.	
Die Fossa di Vulcano.	
Der Vulcanello mindestens vor dem IV. Jahrh. v. Chr.	
? Entstehung der trockenen Verbindung zwischen letzterem und Vulcano im XVI. Jahrh.	
Submarine Eruptionen seit dem Altertum.	

VI. Filicudi.

Litteratur.

1792—97. *Spallanzani, Lazz., Viaggi alle due Sicilie ecc. III. Bd. Pavia 1793.
1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia e delle isole che le sono intorno. Messina 1810.
1832. Hoffmann, F., Ueber die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln. Pogg. Ann. XXVI. 1832. Enthält einige mündliche Mitteilungen des Botanikers Gussone.
1874. Salino, F., Le isole di Lipari. Boll. Club Alp. Ital. VIII. 1874.
1892. *Cortese E. e Sabatini V., Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Vol. VIII. d. Mem. descr. d. Carta geol. d' Italia. Roma 1892.
1895. (Erzherzog Ludwig Salvator), Die liparischen Inseln. V. Filicuri 1895.

Uebersicht.

Orientierung. — Vier Ausbruchsstellen. — Abradierte Massen im Westen. — 1. Die Fossa delle Felci. — Umfahrt um die Vulkanruine. — Grotta del Bue marino. — Die Klippen. — Massige Gebilde im Nordwesten. — Strandterrassen. — Die Laven der Fossa sind Basalt, die Gänge teilweise Pyroxenandesit. — Wahrscheinlichkeit verschiedenalteriger Vulkanreste. — Der Ostabhang der Fossa. — Circusförmige Thalnischen. — Der Gipfel. — 2. Der Terrione. — Ströme von Pyroxenandesit. — Spuren loser Produkte. — 3. Die Montagnola. — Ihre Auswurfsprodukte. — Glimmerhornblendeandesit. — Einheitlich massige Struktur. — Profil am Stimpagnato. — Der Gipfel. — 4. Das Capo Graziano. — Einheitlich massiger Erguss von Glimmerhornblendeandesit. — Cordieritführende Einschlüsse. — Terrassierung. — Bimssteine des Piano del Porto und ihre Deutung. — Die Tuffe von Filicudi. — Zeitfolge der Ereignisse. — Letzte Anzeichen vulkanischer Thätigkeit.

Die Seekarte giebt zwischen Lipari und Filicudi Tiefen von fast 1400 m an, und schon nahe Salina findet sich zwischen dieser und letzterer Insel eine Einsenkung von mindestens 1290 m. Da auch gegen Alicudi hin das Meer eine Tiefe von über 1200 m aufweist, so erscheinen die beiden am westlichsten gelegenen Inseln als Berge, die unter sich und vom Centralstock der Vulkane völlig isoliert sind und als selbständige Pfeiler aus der Tiefe aufragen.

Die $9^1/_2$ qkm umfassende Insel Filicudi ist nur mehr die stark entstellte Ruine eines ehedem bedeutenden Vulkaneilandes und zeigt auf kleinem Raum eine gewisse Vielartigkeit der geologischen Erscheinungen wie der landschaftlichen Formen. Die Insel gipfelt in der 773 m hohen, gegen Westen zu gelegenen, fast durchaus basaltischen Fossa delle Felci; an ihrem Südostabhang nehmen zwei andere, andesitische Erhebungen eine selbständige

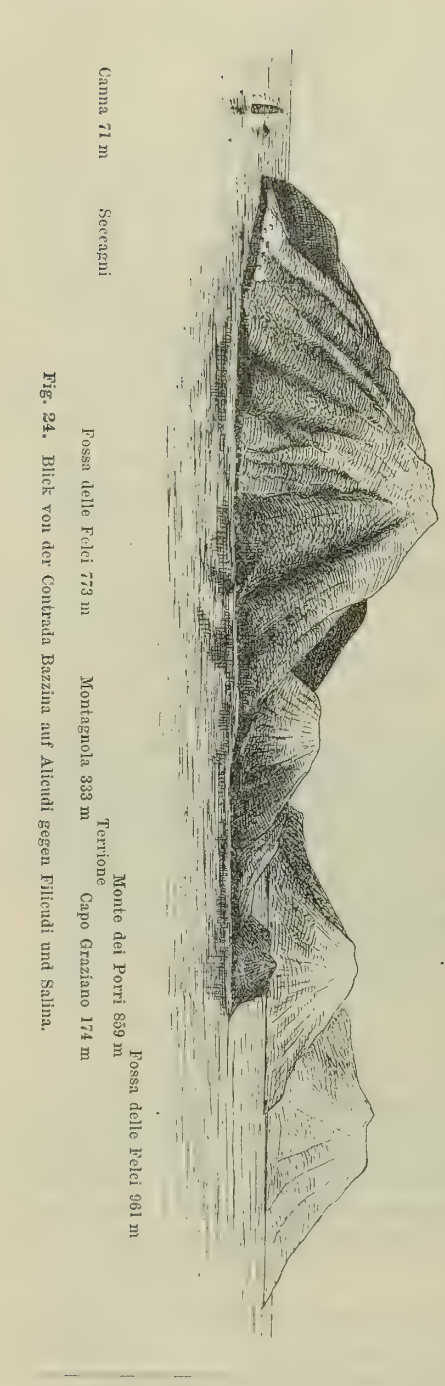


Fig. 24. Blick von der Contrada Bazzina auf Alicudi gegen Filicudi und Salina.

Stellung ein: die 333 m hohe Montagnola, die vom Abhang der Fossa durch die 300 m hoch gelegene Regione di Montepalmieri getrennt ist und im Stimpagnato, ihrem südlichen Teil aus einer Höhe von 119 m steil gegen das Meer abstürzt, und der Terrione (290 m) von der Fossa getrennt durch die fruchtbare Valle di Chiesa (Kirchturm von S. Stefano 293 m[1]). Es sind die vom Terrione nach SO gelegenen Gebiete, welche das eigentliche Kulturland der Insel darstellen und sich hinabsenken gegen den rebenbepflanzten Piano del Porto, dessen östlichen Abschluss ein malerisches, 174 m hochaufsteigendes andesitisches Vorgebirge, das Capo Graziano bildet. Die schöne, gegen Osten sich weit hinausreckende Halbinsel bildet das weithin sichtbare Wahrzeichen Filicudis und verleiht dem ohnehin prächtigen Panorama, welches man von der Höhe des Terrione oder von der Fossa delle Felci auf die östlichen Inseln und die calabrische und sicilische Küste geniesst, den besonderen Reiz eines klassisch-schönen Vordergrunds. Allein ihre schönen Ausblicke machen die Insel Filicudi besuchenswert, und, da man auch dort gute und freundliche Herberge findet, wird man sich doppelt gern an den Besuch zurückerinnern.

Die Insel ist zu etwa vier Fünftel[2]) kultiviert; Wein, Feigen und Getreide sowie Kapern, welch' letztere einen sehr bemerkenswerten Exportartikel bilden, sind ihre Haupterzeugnisse.

Bevor ich an eine Einzelbeschreibung der Filicudi zusammensetzenden Gebilde herantrete, ist es notwendig, noch einige Worte über die Tiefenverhältnisse des Meeres in ihrer Umgebung zu sagen. Während der Meeresboden nämlich im übrigen ziemlich gleichmässig abfällt, entfernt sich die Hundertmeter-Tiefenlinie im WNW bis auf etwa 2 km von der Küste, und 4 km vom Ufer liegt in derselben Richtung eine bis 39 m unter den Seespiegel reichende Untiefe, die Secca di Filicudi. Verschiedene Klippen, unter denen die weithin sichtbare, 71 m hohe Felssäule der „Canna" die bemerkenswerteste ist, sind die letzten Zeugen eines weit nach Westen vorgeschobenen, der Abrasion zum Opfer gefallenen Gebirgsteiles.

[1]) Nach Salino, S. 149. [2]) Salino, S. 148.

I. Die Fossa delle Felci.

Den ältesten und wichtigsten Teil der Insel stellt die Fossa dar; sie nimmt über die Hälfte ihrer ganzen Fläche ein. Die beste Vorstellung vom Wesen dieser Vulkanruine erhielt ich auf einer Umfahrt zwischen dem Hafen von der Punticella nach dem Scoglio Giafante. Jenseits des Stimpagnato, dem Steilhang der Montagnola, sieht man längs der gewaltigen Uferwände viele Lavenbänke über einander, einige Meter mächtig und durch ihre Schlacken von einander getrennt, bald linsenförmig anschwellend, bald sich auskeilend, bald sich gabelförmig teilend. Das ganze System wird da und dort durchsetzt von Gängen, und die unzugänglichen Wände bieten ähnlich der Nordwestküste des Stromboli ein prächtiges Bild von der Struktur des Vulkans. Die Lavabänke fallen gegen die Küste ein.

Sowohl die letzteren wie auch die Ganggesteine zeigen häufig eine sehr schöne säulenförmige Absonderung, welche besonders an der Klippe Notaro und an dem Gang des Perciato zu sehen ist. Dadurch, dass die Wogen die Prismen aus ihrem Gefüge rissen, entstand sowohl der natürliche Felsbogen des letzteren, durch den leicht eine Barke hindurchfahren kann, als auch hierin der erste Anlass zur Entstehung der schönsten Höhle auf den äolischen Inseln, der Grotta del Bue marino (Voimarin) an der Westküste von Filicudi zu suchen ist. Man gelangt in dieselbe durch einen länglichen, 10 m breiten Vorhof, der rings von säulenförmig abgesondertem Gestein umgeben und 15 m hoch ist, so dass eine Barke mit aufrechtem Mast bequem in die Höhle einfahren kann. Diese selbst ist merkwürdig regelmässig geformt; der gewölbartige Raum ist etwa 20 m hoch, 30—40 m lang und etwas weniger tief, der Boden bis auf einen schmalen geröllbedeckten Strand bedeckt von krystallhellem blauen Meerwasser, dessen Reflexe den Höhlenwänden einen zarten Schimmer verleihen, und an den mächtigen, auf seinem Grunde liegenden Felsblöcken prangen bunte Aktinien. Durch den Eingang schweift der Blick über das Meer hinweg gerade nach den blauduftigen, edelgeformten Bergen der sicilischen Küste bei Cefalù, kurz, die Grotta del Bue marino ist einer der hübschesten Orte der an landschaftlichen Schönheiten so reichen Inselgruppe.

Es ist nicht leicht, sich eine Erklärung für die Entstehung dieser Höhle zu bilden. Durch das Meer allein kann sie nicht ausgewaschen sein, denn dieses hat nur durch einen engen Eingang Zutritt. Aber dieser letztere liegt in viel festerem Gestein als dasjenige, welches im allgemeinen die Wandungen der Höhle ausmacht. Es ist wohl anzunehmen, dass zu Zeiten heftigen Sturms die Wogen den Eingang noch jetzt vollkommen unter Wasser setzen oder früher, als der Meeresspiegel noch höher stand, unter Wasser gesetzt haben und in den abgeschlossenen Raum hineingepresst wurden. Dadurch muss eine nicht unbeträchtliche Luftkompression erfolgen, die wiederum zu einer Auflockerung des ohnehin nicht sehr widerstandsfähigen Gesteins führt, welches allseitig abbröckelt. Ich glaube die Entstehung und Ausweitung der Höhle auf solche Weise könnte durch nichts besser bezeugt werden, als durch die regelmässige Gestalt der letzteren.

Nahe der Grotte ist der Küste eine grössere Zahl von Klippen vorgelagert, die ich alle besucht habe. Die dem Ufer näheren sind jedenfalls nur Reste der untersten Lavabänke der Fossa, die weiter aussen liegenden aber, wie der Scoglio Montenassari und die Canna, sind bereits zu weit von der Insel entfernt (die erstere 1200 m, die letztere 1650 m), um noch zu dem Hauptvulkan derselben in Beziehung gebracht zu werden. Die Canna besteht

aus dem letzten Rest eines basaltischen Ganges, dem noch deutlich die durchbrochenen Agglomerate anhaften, und ist samt der Nachbarklippe als Ueberbleibsel eines alten abradierten Vulkans anzusehen.

Die Nordwestecke der Insel bietet mächtige kompakte Felsen, wohl Ausgussmassen, Ausfüllungen von Hohlräumen im Innern des Kegels, dar; gegenüber dem Scoglio Giafante, am Filo del banco, ist es ein rotbraun gefärbtes, blasenreiches und stark zersetztes basaltisches Gestein, in dessen Hohlräumen reichlich Aragonitkrystalle vorkommen. Von gleicher Beschaffenheit ist der massige Felsen jener Klippe, an welchem ich hübsche Aragonitdrillinge von etwa 3 cm Länge und 1 cm Dicke sammeln konnte. Der 20 m hohe, wie ein breiter Turm mit senkrechten Wänden abfallende Scoglio Giafante bietet aber noch ein anderes Interesse: er ist oben ganz eben abgestutzt, und auf ihm liegen noch einige wenige, aber sehr grosse Strandblöcke. Es sind das Reste einer alten Strandterrasse, und weitere Spuren einer solchen finden sich in gleicher Höhe auf der Insel selbst, kaum 1 km weit davon in grösserer Ausdehnung in der Regione Seccagni wieder. Auf einer glatt abradierten Fläche liegen dort über massigem Basalt mächtige Strandgerölle, die gerade so wie auf Salina bedeckt sind von verlagerten Tuffen. Die Abrasionsfläche zeigt im allgemeinen horizontalen Ausstrich und nur gegen Süden zu eine auffallende Einsenkung. Auf diesen jüngsten Ablagerungen sah ich einige Rebenkultur und ein paar einsame, von der übrigen Insel durch die steilen Wände der Fossa isolierte Hütten. Ueber die Beschaffenheit des Nordufers zwischen dem Filo del banco und dem Brigantino berichtet Erzherzog Ludwig Salvator; aus seinen Worten scheint hervorzugehen, dass auch dort die Aufschlüsse denen an der Südwestküste ähnlich sind.

Die am westlichen Steilabsturz der Fossa gesammelten Gesteine sind meistens Basalte. Aus Pyroxenandesit bestehen nur der Scoglio della Fortuna und der Perciato, welche beide Gänge sind. In der glasreichen Grundmasse enthält der Andesit neben vorwiegendem Augit auch Einsprenglinge von Hypersthen und das Gestein vom Perciato auch Hornblende mit den bekannten Resorptionserscheinungen.

Die Basalte sind Dolerite von zweierlei Aussehen. Längs der Küste bis gegen den Filo di banco und auf den ihr nahegelegenen Klippen (bis auf den Gang des Fortunariffs) tritt ein schwärzliches Gestein mit wenig Hohlräumen und deutlich erkennbaren Einsprenglingen von Augit, Plagioklas und Olivin auf; an der Canna, am Montenassero, am Scoglio di Giafante und den gegenüberliegenden Steilwänden aber stehen dunkelrotbraune bis schmutzigziegelrote Gesteine an, welche durch die Grösse ihrer Einsprenglinge vor den erstgenannten ausgezeichnet sind. In allen Dünnschliffen erscheint der Olivin mehr oder weniger stark zersetzt; an seine Stelle tritt gern ein isotropes Mineral (wohl Opal) und eine stark doppelbrechende, manchmal braungefärbte Substanz, welche, nach der sonstigen weiten Verbreitung des Aragonits in jenen Gesteinen, als letzterer anzusprechen ist. Das säulenförmig abgesonderte, basaltische Gestein der Notaroklippe, welches äusserlich den Eindruck grosser Frische macht, besitzt die folgende, von Herrn Dr. Glaser ermittelte Zusammensetzung.

SiO_2	=	51,00	
P_2O_5	=	0,56	
Al_2O_3	=	15,80	
Fe_2O_3 } FeO	=	10,96	
MgO	=	4,70	
CaO	=	11,17	
Na_2O	=	2,54	
K_2O	=	1,15	
H_2O bei 100°	=	0,13	
Sonstiger Glühverlust		1,23	davon 0,93 CO_2
		99,24	

Um das Vorige kurz zusammenzufassen, mögen in dem von mir untersuchten Steilabsturz der Westseite und den vorgelagerten Klippen folgende drei Systeme unterschieden sein:

a) Eine Uebereinanderlagerung von basaltischen Laven, die der Fossa selbst angehören.

b) Nahe der Grotta del Bue marino andesitische Ganggesteine, welche, wie hier schon erwähnt werden soll, darauf hinweisen, dass die Gangfüllung etwa zu gleicher Zeit mit der Bildung des gleichfalls aus Andesiten bestehenden Terrione stattgefunden hat.

c) Die Klippen Canna und Montenassero und die mit diesen hinsichtlich ihrer Gesteinsart verwandten massigen Felsbildungen am Scoglio Giafante und Filo del banco. An der Grotta del Bue marino verlässt, wie gesagt, die Hundertmeter-Tiefenlinie die Küste und zieht sich weit gegen Westen hinaus um die Klippen herum, um sich erst wieder der Nordostküste der Insel zu nähern. Ich habe schon früher darauf hingewiesen, dass ich in den westlichen Klippen nur die letzten Reste eines alten Vulkans erblicken kann; [1]) ob die untersten, auch an der Regione di Seccagni sehr massigen Basaltgebilde schon letzterem angehören, so dass etwa ein ähnliches Verhältnis bestände wie an der Westecke von Salina, wo die Ruinen des alten Pollarakraters unter dem Monte dei Porri begraben sind, vermag ich nicht zu entscheiden, wäre aber einer gelegentlichen Nachforschung wert.

Die Struktur des nach Osten gekehrten Abhangs der Fossa deutet darauf hin, dass dieselbe in ihrem oberen Teile die Ruine eines einzigen Vulkans darstellt, dessen Krater in der Nähe des heutigen Gipfels gelegen haben mag. Mann erkennt dies zur Genüge am Einfallen der ihn zusammensetzenden Agglomerat- und Lavenbänke. In der Valle di Chiesa mass ich an den Tufflagen: Fallen 35° OSO, Streichen N 25° O; auf dem Wege von dort nach Zucco grande fallen die Laven gegen Nordost, westlich von Valle di Chiesa am Serro gegen Osten, und auch an andern Orten weist die Lagerung der Schichten gegen den Gipfel des Berges als Eruptionspunkt hin. Im übrigen aber fehlt dem östlichen Abfall der Fossa der gleichmässig kegelförmige Aufbau, wie er an den beiden höchsten Bergen Salinas oder dem Stromboli zur Anschauung kommt; vor allem fallen zwei halbkreisförmige Thalbildungen, die schon mehrfach genannte Valle di Chiesa und das Thal um die

[1]) Es lässt sich unschwer berechnen, dass die Fossa delle Felci, wenn die Cannaklippe ein Denudationsrest dieses Vulkans sein soll, und wenn man sich dessen Gipfel über dem heutigen höchsten Gipfel der Insel denkt, mindestens 1550 m höher gewesen sein müsste als heute. Dabei ist eine Neigung des Kegels von 35° vorausgesetzt.

Montagnola, auf, in deren Mitte jüngere Eruptionen stattgefunden haben, und die vielleicht durch späteren Einbruch entstanden sind. Ein schmaler Bergrücken, der Serro (Serrazzo, im unteren Teile Costa di Natale genannt), bildet die Scheidewand zwischen den beiden Thalnischen, auf deren geologische Bedeutung weiter unten noch ausführlicher eingegangen werden soll.

Die ursprünglichen Verhältnisse der Fossa haben aber auch durch die Erosion sehr erheblich gelitten, und wenn man den Betrag dieser als Zeitmesser benutzen würde, so käme man schon damit zu dem Schlusse, dass der Westteil Filicudis eine der ältesten Bildungen des Archipels darstellt. So vermag denn auch eine Besteigung des Berges — im übrigen ein höchst lohnendes Unternehmen — wenig Aufklärung zu bringen. Was die Lage des alten Kraters angeht, so glaubte Spallanzani[1]) denselben auf dem Gipfel des Berges gefunden zu haben. Man wird dort in der That einer ziemlich weiten, gegen NW sich öffnenden, sehr flachen Mulde gewahr, deren Ränder nach Spallanzani einen Umfang von einer Meile (= 1800 m) besitzen sollen, und die etwa 40 Fuss tief sein soll. Auch Salino erwähnt den muldenförmigen „Krater"; nach ihm beträgt sein Umfang nur 900 m, seine Tiefe nur wenige Meter, und nach Nordwesten senke er sich um 50 m. Bei der weit vorgeschrittenen Zerstörung des Vulkans habe ich weder erwartet auf seinem Gipfel einen Krater vorzufinden, noch etwas angetroffen, was ich als den Rest eines solchen zu erklären wage. Die eigentliche Gestaltung des Gipfels steht vielmehr im Zusammenhang mit einer scharf hervortretenden Andesitklippe, die wohl nur einen Gesteinsgang inmitten der im übrigen basaltischen Laven und Schlacken des Bergs darstellt. Ich halte es für wahrscheinlich, dass dieselbe die Fortsetzung eines der Andesitgänge an der Westküste (Perciato oder Scoglio della Fortuna) bildet. Das Gestein ist ein Augit-Hypersthen-Andesit mit etwas Hornblende und besonders reich an stauberfüllten Apatitnädelchen. Dr. Glaser fand seine Zusammensetzung wie folgt:

SiO_2	57,38
P_2O_5	0,34
Al_2O_3	18,13
Fe_2O_3 / FeO	9,23
MgO	1,93
CaO	8,50
Na_2O	2,44
K_2O	1,36
Wasser bei 100°	0,20
Glühverlust	0,41
	99,92

Die von mir untersuchten anstehenden Laven der Fossa (am Serro, an der Costa Natale) sind im übrigen basaltischer Natur. Nahe dem Gipfel fand ich beim Abstieg gegen die Montagnola ein Gestein, das ich als olivin- und hypersthenführenden Augitandesit bezeichnen möchte. Indessen sei schon hier darauf hingewiesen, dass der südliche, der

[1]) 1793, S. 89.

Montagnola zugekehrte Abhang des Berges überschüttet ist von den andesitischen Auswürflingen des jüngeren Montagnola-Kraters.

Ich wende mich jetzt der Besprechung des Terrione zu, den ich bis zu einem gewissen Grade für eine selbständige Vulkanbildung halte.

2. Der Terrione.

Dieser rebenbepflanzte Hügel erhebt sich nur wenig über die kleine Ortschaft Valle di Chiesa, von der er durch eine kultivierte Ebene geschieden ist. Gegen Osten, Süden und Norden fällt er steiler ab und besonders vom Piano del Porto her gesehen wird seine Individualität am deutlichsten (Fig. 25). In Wahrheit besteht der Berg, im Gegensatze zur Montagnola und dem Capo Graziano, aus einer Uebereinanderfolge von zum Teil recht mächtigen Lavaströmen, wie dies besonders deutlich am Felsabsturz des Filo dell' Orano zu sehen ist. Dort zeigen die untersten Lavaschichten eine sehr schöne Absonderung in senkrecht stehende Säulen.

Eine unverkennbare Terrassierung zeigt der Süd- und Ostabhang in einer Höhe von 100—150 m; dort liegen die freundlichen Ansiedelungen Canale und La Guardia. Bei letzterer besteht der Boden aus horizontal gelagerten, lichtgefärbten Tuffen, die wohl identisch sind mit den unten zu erörternden submarinen Ablagerungen des Piano del Porto.

Der Gipfel des Berges (280 m) zeigt keinerlei kraterförmige Vertiefung. Doch scheint es nicht an lockeren Produkten, den letzten Anzeichen für das frühere Vorhandensein eines Aufschüttungskegels, zu fehlen, der den Ursprungsort der Laven umgeben hat. Sie bestimmen mich indessen nicht allein dazu, in dem Terrione mehr als einen durch die Erosion losgetrennten Teil der Fossa, sondern den Rest eines besonderen Vulkans zu sehen. Denn schon auffallend genug wäre die halbkreisförmige Thalnische, in welcher die Lavaströme ihren Ursprung nehmen, und die Einsenkung zwischen dem Terrione und dem Abhang der Fossa trägt in horizontal gelagerten Tuffen die Anzeichen eines hohen Alters. Am massgebendsten aber ist der Charakter der Laven selbst, die ganz verschieden sind von den übrigen der Insel und in vierzehn mir vorliegenden Proben sich beinahe völlig gleichbleiben.

Aeusserlich gleichen sie ausserordentlich den Laven des Monte St. Angelo auf Lipari: in einer dichten, grauschwarzen Grundmasse liegen viele schlackenerfüllte und daher schmutzig graue Plagioklase von 1—2 mm Durchmesser; ausserdem unterscheidet man mehr oder weniger reichlich grünen Augit. Nach dem mikroskopischen Befund sind sie als hypersthenführende Augit-Andesite zu bezeichnen. In einer durchgängig glasreichen Grundmasse, deren individualisierte Ausscheidungen in Pyroxennadeln, Plagioklasleistchen, Magnetit und hie und da auch etwas Apatit bestehen, liegen Einsprenglinge von Plagioklas, schwach pleochroitischem Augit (𝔞, 𝔠 grün, 𝔟 rötlichgelb), und wechselnde Mengen von Hypersthen. Mitunter enthält das Gestein Klümpchen von Eisenerz mit bis zu 0,3 mm Durchmesser. Der Olivin spielt nur in einem Andesit nahe der Marina, an der Kreuzung der Wege nach S. Giuseppe und Canale und in einer Lava, welche zwischen ersterer Kirche und der Marina unter den Tuffen der C. Pecorini hervortritt, eine gewisse Rolle. Das letztere Gestein ist besonders reich an Hypersthen. Am typischsten und schönsten, reich an Glas und rhombischem Pyroxen, sind die Gesteine vom Canale und am Terrione selbst.

Nach einer von Herrn stud. Schroeder im kgl. Universitätslaboratorium vorgenommenen Bestimmung enthält das Gestein des Terrione 57,52 % Kieselsäure.

Ob die Anhäufung der Laven unter gleichzeitiger Förderung von lockerem Material erfolgte, vermag ich mit Bestimmtheit nicht zu beantworten; es scheint mir aber nicht

unwahrscheinlich zu sein. In der Regione Canale beobachtete ich wenigstens, dass sich die Lava über gerundete und eckige, zu einer festen Breccie verkittete Gesteinstrümmer bewegt hatte, und an der Contrada Pecorini finden sich sowohl Tuffe, die mitunter sehr grosse Bomben beherbergen, als ich auch in der Valle di Chiesa und am Ostabhang des Terrione, in der Regione Liscio, mächtige Auswürflinge nachweisen konnte. Hier wie dort besitzen sie in ihrer äusseren Gestalt viel Aehnlichkeit mit den jüngsten Bomben des Vulcano, scheinen aber im Innern dicht zu sein. In der Valle di Chiesa und auf dem Weg von dort nach dem Hafen sieht man solche Findlinge häufig in den Weinbergmauern; ein mächtiger Block von 3 m Höhe und 2 m Breite war zu meiner Zeit gerade durch einen kleinen Wasserlauf aus den Tuffen herausgewaschen, welche den Boden der Valle di Chiesa bedecken, und bildete über ihm eine natürliche Brücke. Das Gestein einer solchen Bombe aus der Contrada Liscio ist ein recht schöner Pyroxenandesit mit sehr glasreicher Grundmasse. Sicherlich hat auch am Terrione die zerstörende Thätigkeit des Meeres sehr viel dazu beigetragen, die ursprünglichen Verhältnisse unklar zu machen.

Oestlich des Filo dell' Orano, an der Contrada Liscio und an der Rocca di Sciauli bilden noch basaltische Laven, an letzteren beiden Orten durchsetzt von Gängen, die Unterlage der Terrioneströme.

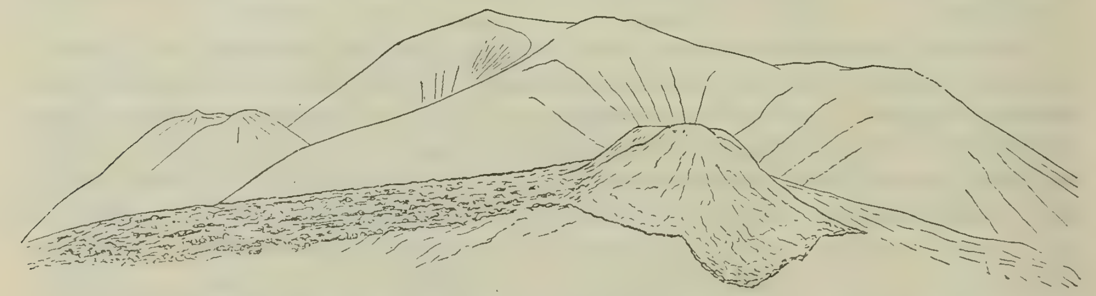


Fig. 25 zeigt das örtliche Verhältnis der Montagnola (links hinten) und des Terrione (in der Mitte vorn) zu der sie überragenden Fossa delle Felci. Beide haben sich über halbkreisförmigen Thalnischen der letzteren gebildet.

3. Die Montagnola.

Weit durchsichtiger als am Terrione sind die geologischen Verhältnisse der Montagnola; aus ihrem Studium fällt in mancher Beziehung Licht auf die schwerer zu enträtselnde Entstehung des Terrione. Schon Spallanzani[1]) hat die Montagnola für einen eigenen Vulkan gehalten. Indem er nämlich von der Rundsicht auf der Fossa delle Felci spricht, fährt er folgendermassen fort: „Es war mir, als ob ich im Südost einen (Krater) wahrnähme, und ich glaubte mich, da ich mich an diesen Ort begeben hatte, nicht geirrt zu haben. Es erhebt sich nämlich hier ein kleiner Berg, der ungefähr halb so gross ist, als der beschriebene grössere (die Fossa), und etwa zwei Meilen im Umfange hat. Er ist auf allen Seiten isoliert und bildet einen unförmlichen, auf dem Gipfel abgestumpften Kegel. Diese Abstumpfung vertieft sich in eine Höhle, die sich nach unten verengert und meines Erachtens für ein Ueberbleibsel eines alten Kraters angesehen werden kann.“ Spallanzani bekennt übrigens

[1]) 1793, S. 98. Salino, dessen Worte sehr an die Beschreibung des alten italienischen Reisenden anklingen, scheint durch eine Verwechselung dazu gekommen zu sein, das von jenem für die Montagnola Gesagte auf den Terrione anzuwenden.

zugleich, dass er vom Vorhandensein eines Kraters nicht völlig überzeugt sei. Cortese[1]) nennt den Berg als einen der „drei Kegel, welche die Insel zusammensetzen", nimmt aber sonst keine weitere Notiz von demselben; Sabatini[2]) stellt jede Spur eines Kraters auf ihm in Abrede.

Inmitten eines weiten, halbrunden Thalkessels am Südabhang der Fossa erhebt sich die Felskuppe der Montagnola zu 333 m; die Höhe des umgebenden Ringthales erreicht da, wo es sich zu einer kleinen Ebene verbreitert (nach der Generalstabskarte) 300 m. Gegen Südosten (Costa Pagliara) und Südwesten (Vallone delle serpi russe) fällt es steiler ab. Die ringsumgebenden Berghänge sind bedeckt von Laven der Fossa und schwarzen und roten Schlacken, gegen die Ripe rosse zu sind lichtere, weissliche Tuffe sichtbar. Ich habe schon früher erwähnt, dass sich in dem Ringthal und auch an den umgebenden Gehängen viel andesitische Auswürflinge vorfinden. In ersterem giebt es viel kantige, nach Art der jungen Vulcanobomben oberflächlich geborstene Bomben eines Andesits, der nach seiner Zusammensetzung ganz dem Gesteine ähnelt, welches die Felsen der Montagnola selbst bildet. Nahe den Ripe rosse fand ich ferner in den Tuffen einen Auswürfling, der aus einem grobkörnigen, vollkrystallinen Gemenge von vorwaltendem Plagioklas mit 2—3 mm messenden grünen Augitkörnern und etwas brauner, stark pleochroitischer Hornblende, Olivin und Magnetit besteht.

Noch höheres Interesse als diese deutlichen Anzeichen eines andesitischen Ausbruchs, der sich lange nach der Entstehung der Fossa an der Stelle der Montagnola abgespielt hat, verdienen die geologischen Verhältnisse am Nordwestende des Stimpagnato, an der Costa del Sciarato. Dort, wo die Montagnola an die Lavabänke der Fossa stösst, beobachtete ich das in Fig. 26 versinnlichte Profil. Aus ihm ergiebt sich mit aller Deutlichkeit, dass dem Erguss der Montagnola-Lava eine Zeit mächtiger Abrasion und vielleicht auch eine nicht unerhebliche Eruption vorausgegangen ist, welche die grossen Geröllblöcke überdeckte, bevor darüber die Kuppe emporquoll. Die Gerölle bestehen nach einem mir vorliegenden Dünnschliffe aus Pyroxenandesit, ähnlich einem solchen, welchen ich aus der Regione Pecorini mitgebracht habe, und der wie dieser dem Terrione angehören dürfte. Die Lava der Montagnola besitzt eine recht einheitliche mineralogische Zusammensetzung. Die zahlreichen mir vorliegenden Proben unterscheiden sich zwar nach ihrer Farbe, welche dunkel- und hellgraue, rötliche und braune Nuancen zeigt, sowie nach ihrer Dichte, die in den tieferen Horizonten eine so vollständige ist, dass man bei manchen Stücken

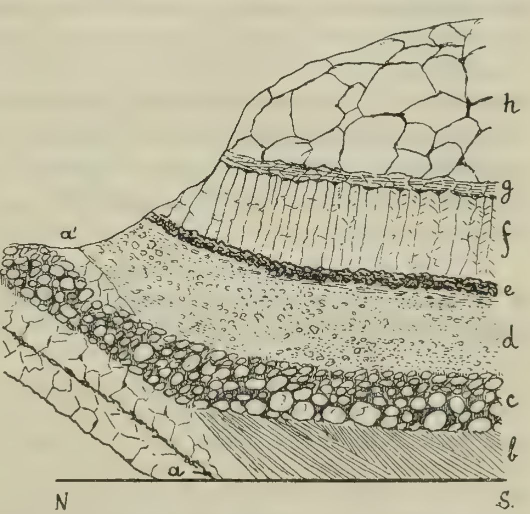


Fig. 26. An der Punta Stimpagnato. aa' Alte Basaltlaven der Fossa, cd Quartäre Strandbildung: c Blöcke von Augitandesit, d Feinere Aufbereitungsprodukte, e—h Glimmer-Hornblende-Andesit der Montagnola: e schlackige Basis, f Zone der säulenförmigen, g Zone der schieferigen, h Zone der grobklotzigen Absonderung, b Heutiger Strand.

[1]) 1892, S. 16. [2]) l. c. S. 121.

an alte Porphyre denken möchte, während die aus den höheren Partien genommenen Proben stark porös sind; das mikroskopische Bild aber ist bei allen das eines ausgezeichneten glasreichen Hornblende-Glimmerandesits mit Augit- und Hypersthengehalt. Herr stud. chem. Postius hat den Kieselsäuregehalt des Montagnolagesteins zu 60,64% gefunden.

Nirgends war eine Uebereinanderlagerung von verschiedenen Lavaströmen zu beobachten, so dass, entsprechend der in der ganzen Kuppe gleichförmigen Gesteinsbeschaffenheit, die Montagnola nur durch einen einzigen Magmenerguss entstanden sein kann. Von einem echten Massenvulkan aber unterscheidet sich diese Kuppe in gleicher Weise wie der Felsen von Panaria dadurch, dass sich in seiner Nähe unverkennbare Anhäufungen lockeren Materials finden, dessen Förderung mit der Entstehung des Berges verknüpft war, hier aber letzterer scheinbar vorausgegangen ist.

Die Montagnola gipfelt in zwei Felsen, welche mir als Timponi della Trovatura genannt wurden, und deren südöstlicher um 2 m niedriger ist als sein Nachbar. Zwischen ihnen und nur wenig davon überragt dehnt sich eine kleine Ebene aus, die man vielleicht für das letzte Anzeichen einer Nachsackung ansehen könnte, wie sie z. B. an den liparitischen Vulkanen auf Lipari mehrfach zu beobachten ist. Dafür, dass der Schluss der Masseneruption auch hier von der Zerspratzung eines Magmarests begleitet war, habe ich an der Montagnola keine Anzeichen gefunden.

Nahe dem Gipfel glaubte ich einen Gesteinsgang zu erkennen, der gleichfalls aus Hornblende-Glimmerandesit besteht. Ausserdem sind die zahlreichen nuss- bis kopfgrossen Einschlüsse von rundlicher oder flacher Gestalt von Interesse, welche allenthalben durch den Andesit verteilt sind. Sie enthalten die gleichen Elemente wie dieser, nur sind die Hornblende und der Plagioklas darin vorwaltend, und im Gegensatz zur porphyrischen Ausbildungsweise des umhüllenden Andesits sind sie von körniger Struktur.

An der Montagnola sind nur undeutliche Spuren einer Terrassierung über dem Stimpagnato wahrzunehmen; die Kuppe hat wohl kaum sehr grosse Veränderungen seit ihrer Entstehung erfahren und dürfte in ziemlich ursprünglicher Gestalt vor uns stehen.[1]

---

[1] Auf dem niedrigeren der beiden Montagnola-Gipfel fand ich alte, in die Felsen eingegrabene Schriftzeichen, welche, so viel ich weiss, bisher noch nirgends erwähnt worden sind. Der eine Block ist ungefähr zwei Meter lang und trägt auf der $1/2$ m breiten Oberseite folgende Zeichen:

Auf einer der Seitenflächen befindet sich eingemeisselt:

Andere Blöcke zeigen: + + ×, E und ⊕

Auch das Gestein der Montagnola ist überzogen von einer rotbraunen Rinde, in welche jene Zeichen eingegraben sind. Wenn diese letzteren auch stellenweise ziemlich verwittert sind, so ist es doch bemerkenswert, dass sich über ihnen die Rinde nicht mehr erneuert hat. Sofern man nicht voraussetzt, dass diese durch kurze Zeit und raschwirkende Agentien entstanden ist, was mir bei der allgemeinen

4. Das Capo Graziano.

Auf der Fahrt von der Punticella nach Südosten kommt man zuerst am Filo dell' Orano mit seinen säulenförmigen Laven vorbei; die Basis derselben bildet eine Folge von Basaltströmen, die unter einander durch Schlackenbänke geschieden sind (an der „Praiola"). Schutt- und Geröllbedeckung verhindert weiterhin, die Altersbeziehungen der nun folgenden Masse des Capo Graziano festzustellen, welche wie das Gestein der Montagnola ein Hornblende-Glimmerandesit mit monoklinem und rhombischem Pyroxen, viel Apatit und sehr spärlichem Olivin, und jenem so sehr ähnlich ist, dass man Proben von beiden Fundorten nicht zu unterscheiden vermag.

Auch die von der Montagnola erwähnten Einschlüsse finden sich im Andesit des Capo Graziano wieder; von noch höherem Interesse sind Einschlüsse von blauschwarzem, hornfelsartigem Gestein, wie mir ein solcher vom Malpasso, ungefähr dem östlichsten Punkt der Insel, vorliegt. Der sehr dichte, splitterig brechende Einschluss besteht unter dem Mikroskop grösstenteils aus Cordierit, der zwischen gekreuzten Nicols sehr schöne schachbrettartige Verwachsungen zeigt. Der Kern der Cordieritdurchschnitte ist erfüllt von grünem Spinell in der Weise, dass der an Einschlüssen reiche Innenteil die rechteckige Contur des umschliessenden Krystalldurchschnitts nachahmt. Körner von sehr schwachgrünem Augit sind durch den Cordierit zerstreut, Biotit in eiförmigen Durchschnitten und dickeren Lamellen ist häufig, und ebenso Zirkon in reichlicher Menge vorhanden; desgleichen fehlt es nicht an Eisenerzen und an Apatit. Glaseinschlüsse mit Gasblase durchziehen schwarmartig das Gefüge. Sehr hübsch sind die höchst zierlichen Oktaederchen und vor allem die Oktaederskelettchen des grün durchsichtigen Spinells. Sowohl eine deutliche Schieferstructur wie vor allem die Anwesenheit von reichlichem Zirkon lassen keinen Zweifel daran, dass es sich auch hier wie bei den Einschlüssen des Cordieritandesits von Lipari um umgewandelte Schiefer- oder Gneissfragmente handelt.

Säulenförmige Absonderung ist auch am Gestein des Capo Graziano zu beobachten, und eine vortreffliche bankartige Struktur mit nordöstlichem Einfallen zeigte sich am Malpasso. Wie die Montagnola so ist auch dieses Vorgebirge eine einheitliche Andesitmasse ohne jede Andeutung successiven Aufbaues aus Lavaströmen und könnte wie jene als homogener Vulkan aufgefasst werden. Der von Sabatini[1]) angezogene Vergleich mit dem

---

Verbreitung der Erscheinung nicht recht wahrscheinlich vorkommt, so ergäbe sich der Beweis für ein sehr hohes Alter nicht nur dieser, sondern auch aller anderen Laven des äolischen Gebiets, welche mit solchen „Schutzrinden" überzogen sind.

Auf Filicudi lassen sich an drei Orten die Spuren einer alten Besiedelung nachweisen: auf dem Terrione, an der Guardia und am „Porto di Levante", d. i. am Südrande des Piano del Porto. Was ich selbst davon fand, bestand in Obsidiansplittern, bemalten und unbemalten Topfscherben und Schalen von Patella und Trochus, die auch hier wie auf Panaria und den umliegenden Inselchen sowie auf Lipari mit jenen Kulturspuren vorkommen. Am Porto di Levante kann man auch Stückchen Quarzit und Glimmerschiefer auflesen, die auf irgend eine Weise aus Sicilien oder Calabrien eingeschleppt worden sind. Schon Spallanzani (III. S. 94 ff.) war auf die Obsidianstückchen aufmerksam geworden; er sah solche, die 5½ Zoll lang und 2 Zoll dick waren. Er erkannte, dass das Glas immer nur in der Ackererde und im Tuff vorkommt, kam indessen noch nicht auf den Gedanken, dass es eingeschleppt sein könne. Auch ein Stückchen Granit will er „am Ufer neben der Grotta del Bove marino" gefunden haben. Unter diesem Ufer konnte höchstens der Stimpagnato verstanden sein, der Granit ist also vielleicht etwas körniger Andesit von dort. — Mein Wirt zeigte mir eine schön bemalte griechische Vase, und die Leute erzählten mir von gelegentlichen Gräberfunden am Porto di Levante. Dort seien nämlich vor langer Zeit die Opfer einer Seeschlacht bestattet worden.

[1]) 1892, S. 122.

Stratovulkan Vulcanello kann sich daher nur auf das rein äusserliche Moment stützen, welches in der Lage beider Gebilde am Ende einer Halbinsel gegeben ist.

Von der ihm sonst so sehr ähnlichen Montagnola unterscheidet sich die Kuppe des Capo Graziano durch die deutlicheren Spuren einer Abrasion. Der bis 21 m hohe Piano del Porto ist die unterste der in das Vorgebirge eingesägten Terrassen. Sie ist bedeckt von Tuffen, von denen weiter unten die Rede sein wird, und liegt zum guten Teil über den abradierten Andesiten. Die Abrasionsfläche mag an den Punte 10 m über dem Meere liegen. Eine zweite Terrasse war in zwei Drittel der Höhe zu sehen, und Gerölle auf dem Vorgebirge sprachen deutlich genug von der Einwirkung des Meeres. Auf dem von Westen her leicht zugänglichen Gipfel war keine Spur eines Kraters zu sehen, den Sabatini erwähnt.

Die auf dem Piano del Porto lagernden lichten Tuffe enthalten viel sehr leichte Bimssteine, die ausgezeichnet sind durch einen reichlichen Hornblendegehalt. Wenn auch die genetischen Beziehungen dieser zu den Andesiten des Capo keine so klaren sind, wie die zwischen der Montagnola und den sie umgebenden Auswurfsmassen, so liegt es doch sehr nahe, die Tuffe des Piano del Porto und vielleicht auch andere, wie z. B. die nicht näher untersuchten auf dem Guardia-Plateau, mit der Eruption der Montagnola in Zusammenhang zu bringen. Vielleicht trifft die Annahme das Richtige, dass das Capo Graziano gerade so wie der jetzt denudierte Basiluzzo einmal einen Tuffmantel besessen habe, der indessen durch die nachweisbare zerstörende Thätigkeit des Meeres bis auf jene verlagerten Reste vollständig entfernt sein müsste.

Herr Dr. Glaser hat folgende Zusammensetzung des Graziano-Andesits gefunden:

SiO_2	62,20
P_2O_5	0,46
Al_2O_3	15,40
Fe_2O_3	7,74
MgO	2,09
CaO	5,95
Na_2O	3,25
K_2O	2,45
H_2O bei 100°	0,13
Glühverlust	0,13
	99,80

Nachdem ich im Vorigen eine Schilderung des Felsgerüstes der Insel gegeben habe, sei noch versuchsweise eine Uebersicht über die bereits da und dort erwähnten lockeren Gebilde gegeben. Nach ihrer Herkunft möchte ich dieselben in folgende Gruppen bringen:

1. Die Auswurfsprodukte des Urkraters, der Fossa delle Felci. Es sind z. T. sehr mächtige Bänke von etwas schlackigen oder fast dichten Auswürflingen, gelb, rot, braun oder schwarz gefärbt, ganz analog denen von der Fossa delle Felci auf Salina, vom Urkegel des Stromboli, vom alten Vulcano-Krater etc. Eine am Val di Chiesa gesammelte Probe erwies sich im Dünnschliff als Basalt.

2. Die Produkte der früheren Montagnola-Ausbrüche.

3. Die Tuffe auf dem Piano del Porto und wohl auch diejenigen am Pizzo Guardia, an ersterer Stelle reich an hornblendeführendem Bimsstein; möglicherweise von der Eruption des Capo Graziano herrührend.

4. Am problematischesten sind die horizontal gelagerten Tuffe des Val di Chiesa und die z. T. riesigen Bomben in der Umgebung des Terrione, welche ich mit der Entstehung dieses letzteren in Zusammenhang zu bringen versucht habe.

Ich muss gestehen, dass mich die vorstehende Einteilung nicht ganz befriedigt. Ist es schon sehr schwer, verlagerte Tuffe nach ihrer Herkunft zu prüfen, so fehlte mir zudem auf Filicudi noch die in einiger Erfahrung beruhende Anregung, um den lockeren Gebilden die gleiche Aufmerksamkeit wie etwa auf Lipari zuzuwenden. Ich kann daher auch keine bestimmten Angaben über das Auftreten der Tufflösse machen; wenn mich meine Erinnerung nicht sehr trügt, so kommen sie auf Filicudi zumal am Abhange der Fossa gleichfalls vor, sind aber viel weniger gut entwickelt als auf Lipari oder auch nur auf Salina, und heller gefärbt. An den Ripe rosse fand ich in gelbbraunen Tuffen schlechte Pflanzenreste.

Die Zeitfolge der am Aufbau Filicudis beteiligten Vorgänge lässt sich nach dem Gesagten folgendermassen zusammenfassen:

1. Entstehung der basaltischen Vulkane, als deren Reste sich die westlich vorgelagerten Klippen zu erkennen geben.

2. Aufschüttung der Fossa delle Felci aus gleichfalls basaltischem Material.

3. (?) Einbruch an der Valle di Chiesa, Hervorbruch der augit-andesitischen Lavaströme des Terrione, vielleicht nach vorhergehenden Explosionserscheinungen. Gangbildung im Fossa-Kegel.

4. Mächtige Abrasion; Entstehung der alten Strandblöcke am Stimpagnato und an den Seccagni.

5. Entstehung der Andesitmasse des Capo Graziano, wahrscheinlich unter gleichzeitiger Bildung eines Bimssteinkegels, der aber der noch fortdauernden Abrasion zum Opfer fiel, und Erguss des Montagnola-Andesits nach einer Eruption von andesitischem Material.

6. (?) Ueberdeckung durch den Tufflöss.

Zweifellos haben alle, das heutige Filicudi aufbauenden Eruptionen unter dem Meeresspiegel stattgefunden.

Die vulkanische Thätigkeit auf der Insel ist erloschen; nur eine warme Quelle mit „Schwefelgeruch" soll nach Salino[1]) im Norden der Insel, wenig über dem Meeresspiegel, einen Rest derselben darstellen. Cortese[2]) erwähnt sie nach Jervis[3]), und mir selbst wurde von einer Quelle in jener Gegend erzählt; sie zu besuchen, fehlte es mir leider an Zeit. Man nannte mir auch „Fumarolen", d. h. Höhlen, welche im Winter warme, im Sommer kalte Luft ausatmen sollen; es versteht sich von selbst, dass es sich da nur um Erscheinungen handelt, die jeder Keller zeigt.

---

[1]) 1874, S. 149. [2]) 1892, S. 18.

[3]) Guida alle acque minerali d' Italia, Torino 1876.

VII. Alicudi.

Litteratur.

1792—97. *Spallanzani, Lazz., Viaggi alle due Sicilie ecc. III. Bd. Pavia 1793.
1810. Ferrara, Franc., I campi flegrei della Sicilia e delle isole che le sono intorno. Messina 1810.
1832. Hoffmann, F., Ueber die geognostische Beschaffenheit der Liparischen Inseln. Pogg. Ann. XXVI. 1832. Mündliche Mitteilungen des Botanikers Gussone.
1874. Salino, F., Le isole di Lipari. Boll. Club Alp. Ital. VIII. 1874.
1892. Cortese E. e Sabatini V., Descrizione geologico-petrografica delle Isole Eolie. Vol. VIII. d. Mem. descr. d. Carta geol. d' Italia. Roma 1892.
1895. (Erzherzog Ludwig Salvator), Die liparischen Inseln. VI. Alicudi 1895.

Uebersicht.

Abgeschiedenheit. — Geringes geologisches Interesse. — Zweiteilung. — I. Das andesitische Lavengebiet im Osten. — Zweifelhafte Andeutung eines Kraters auf dem Gipfel. — Mächtige Blasenräume in den dortigen Laven. — Petrographisches. — Aehnlichkeit der Andesite mit dem Ganggestein der Fossa auf Filicudi. — II. Die westlichen basaltischen Gebilde. — Rutta ruttazzu. — Gesteinseinschlüsse. — Entstehungsgeschichte. — Analogie mit Stromboli. — Vulkanische Thätigkeit auf Alicudi gänzlich erloschen.

Mit einem Flächeninhalt von $5^1/_4$ qkm ist Alicudi zwar noch grösser als Panaria, im übrigen aber in jeder Beziehung die unbedeutendste unter den Inseln des Archipels. Als ein einziger 666 m hoher Berg erhebt sie sich fast ohne irgend eine ausgedehntere Strandbildung, allenthalben steil geneigt aus dem Meere, so dass man in der Ferne einen ganz ähnlichen Kegel wie den Stromboli vor sich zu haben meint.

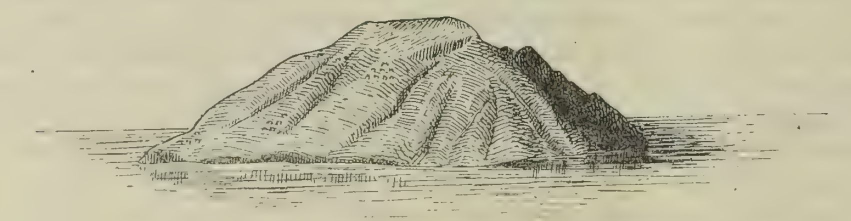


Fig. 27. Alicudi, vom Gipfel der Fossa delle Felci auf Filicudi gesehen.

Der Aufenthalt auf der sehr wenig besuchten und am schwierigsten erreichbaren Insel, der ich drei Tage widmete, war an und für sich ein leidlicher, denn ich fand auch hier gutgemeinte Aufnahme. Aber wenn auch mancher sonst gern die Weltabgeschiedenheit aufsuchte, hier wird sie bald zur Last: fast nirgends bietet sich eine Uebersicht über die

Insel, kaum sieht man noch das Nächstgelegene des steilen Berghangs. Nur vom Gipfel aus überschaut man einen grösseren Teil der Insel: aber es ist der westliche, von öden Schluchten durchfurchte, ganz aus Agglomerat- und Lavabänken bestehende wilde Absturz, der weder malerisch genug, noch von so hohem geologischen Interesse ist, um das Sinnen inmitten aller Einsamkeit lange zu beschäftigen. Bald erwecken das weite Meer ringsum und die edel geschwungenen Linien der im blauen Duft liegenden sicilischen Küstengebirge und der alles überragende, im Firn erglänzende Aetna die Sehnsucht, und ich muss gestehen, dass ich der Felseninsel nicht ungern wieder den Rücken gewandt habe.

Wie schon angedeutet, besteht die Insel aus zwei etwa gleich grossen Teilen: im Westen bildet eine Wechselfolge von feineren und gröberen basaltischen Auswurfsprodukten und basaltischen Laven, stellenweise durchsetzt von Gängen und durchfurcht von tiefen, schwerzugänglichen und fast ganz wüsten Schluchten den Abhang des Kegels; den östlichen Abhang bilden andesitische Laven. Der letztere bietet sich zuerst dem Reisenden dar, welcher in dem recht notdürftigen Hafen an der Palomba landet; der ganze Berg scheint von der See aus gesehen aus rauhen, schwarzen Felsen zu bestehen, grosse Blöcke derselben liegen am Strande, gerade recht, um bei unruhiger See eine unvorsichtige Barke zerschellen zu lassen. Allenthalben treten die Lavaströme an das Meer heran, nur durch ihre schlackigen Ober- und Unterseiten von einander geschieden. Man glaubt einen unwirtlichen, fast kahlen Lavaberg zu betreten und möchte verwundert fragen, von was die Menschen hier zu leben haben, welche alle die über den Berghang zerstreuten weissen Hütten bewohnen.

Hat man auf erbärmlichem Weg, über viele glattgetretene Lavastücke wie über eine ganz rohe Treppe die halbe Höhe des Bergs erklommen, so sieht man erstaunt unter sich keine Felsen mehr, sondern nur gut bestellte Felder und Weingärten. Mit einem Fleisse, der vielen Generationen alle Ehre macht, hat man den ganzen Abhang cultiviert, indem man zunächst 2,5—3 m hohe Mauern aus Lavablöcken errichtete und hinter diesen Erde aufschüttete, so dass eine Unzahl von Stufen entstand, die um eine Kleinigkeit breiter als hoch sind. Getreide, Wein, Caruben, Feigen, Oelbäume, Edelkastanien, Kapern und rotfrüchtige Opuntien gedeihen vorzüglich in diesen künstlichen Gärtchen.

Es ist nicht leicht zu sagen, woher man die Erde hierfür gebracht hat; mir will es aber scheinen, dass durch die Cultur die Verteilung der Bodenarten auf diesem Teil der Insel eine Verschiebung erfahren musste, die insbesondere die Lagerung der lockeren Bodenbedeckung, des Quartärs, verwischte. Nur an einzelnen Stellen, welche ich auf der Karte eintrug, fand ich noch Breccien, welche etwa dem Quartär auf den anderen Inseln entsprechen mögen.[1])

I. Das östliche, andesitische Lavengebiet.

Der östliche Teil Alicudis hat allenthalben an seinem früheren Zustand nicht weniger gelitten als der westliche. Stellenweise sind die Lavaströme in Blockmassen aufgelöst, manchmal, wie in der Contrada del Castello, nur noch als Felsrippen erhalten. Auf dem Gipfel sind dementsprechend höchstens zweifelhafte Andeutungen eines Kraters erhalten.

---

[1]) Indem ich nahe dem Piano di Mandra solches Quartär eintrug, bin ich dem Vorgang Corteses gefolgt. Ich habe jene Stelle nicht selbst untersucht.

Ersterer besteht aus fünf Felskuppen, die eine gegen Süden geöffnete, von Culturen bedeckte Mulde von etwa 150 m Länge umgeben, und deren höchste die letztere um *24 m überragt. Sabatini[1]) glaubt in der Mulde den Krater des Kegels zu sehen: dass auf dem Gipfel des Berges der Krater gelegen hat, lässt sich ja nicht bestreiten, um aber jetzt noch von dem Vorhandensein eines solchen zu reden, fehlt es so sehr an allen Anzeichen, dass ich sogar Bedenken trage, jene Vertiefung als Andeutung des alten Kessels aufzufassen. Aehnlich verhält es sich auch mit den beiden Adventivkratern, die nach dem italienischen Geologen an der Nordseite des Berges in der Fossa Gibbia und im Piano del Filo (Piano delle Femmine) zu sehen sind; man wird gut thun, sich damit zu bescheiden, dass eben manche der alten äolischen Vulkane so stark zerstört sind, dass man zum mindesten nicht irgend eine Terrainmulde auf einen früheren Krater deuteln darf, wenn keine andern Umstände mehr auf einen solchen verweisen. Spallanzani,[2]) der eine ausgezeichnete Schilderung der Insel gegeben hat, vermutet gleichfalls auf dem Gipfel die Spur eines Kraters, dessen Umfang er zu einer halben Meile angiebt. Wegen der seitlichen Krater aber äussert er sich folgendermassen: „In einer Entfernung von zwei bis drei Meilen, von dem Meere aus betrachtet, stellt diese Insel einen stumpfen Kegel dar, der jedoch auf der einen Seite eine beträchtliche Höhlung hat. Diese Höhlung hat nicht das Ansehen eines Kraters, sondern wenn man sich an dem Orte selbst befindet, so sieht man, dass sie bloss eine niedrigere Stelle eines Berges ist. Vergebens sieht man sich auch an der Aussenseite von Alicuda nach Kratern von alten Vulkanen um, und es müssen entweder hier nie dergleichen gewesen, oder sie müssen durch die Zeit oder durch andere verheerende Ursachen zerstört und vertilgt worden sein.“

Die Lavaströme des Ostens fallen sichtlich von dem Gipfel her gegen die Küste ein. Nahe dem Gipfel besitzen sie eine grobklotzige, mitunter auch schalige Absonderung und grosse Mächtigkeit; von allen mir bekannten Gesteinen des Archipels enthalten die Laven am Gipfel von Alicudi die grössten Gasblasen: diese haben stellenweise Durchmesser von $^1/_2$ m, so dass der geringste Teil der Laven aus Gesteinsmasse besteht. Dabei sind die Scheidewände zwischen den einzelnen Hohlräumen oft nur 2 cm dick, und wenn man das Gestein mit dem Hammer anschlägt, erklingt es in metallischem Glockenton. Ich finde für diese Hohlräume keine andere Erklärung als die Annahme wirklicher Gasblasen; sie als eine Verwitterungserscheinung anzusprechen, wie etwa die grossen Höhlungen des Andesits von Panaria oder des Liparits vom Monte Guardia auf Lipari, schien mir hier ganz unannehmbar. Wegen ihrer Grösse sind die Gasblasen z. B. an den Felsen des Filo dell' Arpa (*543 m) schon aus der Ferne sichtbar.

Die im östlichen, rein felsigen Teil der Insel verbreiteten Laven sind allgemein etwas olivinführende Pyroxenandesite, die stellenweise, wie an der Sciarra di Chiappe (nahe dem Castello), und nach Sabatinis Angabe auch in der Regione Teresa (? Tresa oberhalb der Regione Molino) etwas Hornblende enthalten. Sie besitzen einigen, recht schwankenden Gehalt an Olivin, neben welchem wohl stets mehr oder weniger, mitunter recht reichlich, Hypersthen zu bemerken ist. Nach ihrem ganzen mikroskopischen Habitus sind sie scharf geschieden von den Basalten, welche den westlichen Teil der Insel ausmachen. Die Grundmasse der vierzehn untersuchten, hieher zu rechnenden Gesteinsproben ist fast immer, manchmal sogar sehr reich an braunem Glas, in welchem Plagioklasleistchen, Nädelchen und Körnchen von Augit

[1]) 1892, S. 125. [2]) 1793, S. 131. Deutsche Uebersetzung 1795, S. 122.

eingebettet liegen, die Magnetitmenge entspricht der in Andesiten gewöhnlichen; bemerkenswert ist der mitunter grosse Gehalt an durchstäubtem Apatit. Hornblende war, wie gesagt, nur in der Lava von der Sciarra di Chiappe nachzuweisen; sie hat in derselben starke magmatische Resorption erfahren, und ihre Reste sind umhüllt von den bekannten Magnetit- und Augitkörnchenhaufen. Solch' letztere sind in verschiedenen Schliffen nachzuweisen und deuten wohl darauf hin, dass die Hornblende als intratellurischer Bestandteil eine allgemeinere Verbreitung besass.

Die Zusammensetzung des Gesteins vom südöstlichsten Gipfelfelsen, das ziemlich reich ist an Olivin, ist gemäss einer Analyse des Herrn Dr. Glaser folgende:

SiO_2	57,60	[57,38
P_2O_5	0,82	[0,34
Al_2O_3	14,71	[18,13
Fe_2O_3 / FeO	8,55	[9,23
MgO	4,98	[1,93
CaO	7,54	[8,50
Na_2O	3,46	[2,44
K_2O	1,87	[1,36
H_2O	0,05	[0,20 bei 100°
Glühverlust	0,73	[0,41
	100,31	99,92

Die Zahlen rechts geben die Zusammensetzung des Ganggesteins von der Fossa delle Felci auf Filicudi wieder, welchem der Andesit vom östlichen Alicudi nach seiner chemischen Beschaffenheit besonders ähnlich ist. Nach den mir vorliegenden Proben sind die auf halber Höhe vorkommenden Andesite reicher an Hypersthen und ärmer an Olivin als die Gipfelgesteine der Insel.

II. Die westlichen basaltischen Gebilde.

Der westliche Absturz der Insel unter dem Filo dell' Arpa, westlich vom Perciato bis ungefähr zur „Punta Rossa" bei der Bazzina, besteht aus einer Wechsellagerung von basaltischen Agglomeraten und basaltischen Laven, die durchbrochen sind von petrographisch gleichgearteten Gängen. Wilde, vom Gipfel her fast unzugängliche Schluchten haben die übereinandergelagerten, gleichfalls vom Innern der Insel gegen die See zu einfallenden Massen in eine Anzahl spärlich bewachsener Kämme zerrissen. Vom Piano di Mandra und von der See aus führen schlechte Bergpfade nach ein paar kümmerlichen Anpflanzungen in jener Wildnis. Spallanzani hat die Oede und Wildheit dieses westlichsten Teils des ganzen Inselgebiets, von wo der Blick hinausschweift in die weite, offene See, genugsam beschrieben. Dem Geologen aber bietet eine Barkenfahrt und eine Begehung des vereinsamten Strandes einige hübsche Wahrnehmungen. Etwa unterhalb des Piano di Mandra, einer schmalen bewohnten Ebene (117 m), treten Basalte aus Meer, bemerkenswert wegen ihrer zahlreichen Quarzeinschlüsse. Einer der mir vorliegenden besitzt im Durchschnitt ganz den Umriss eines prismatischen Krystalls mit beiderseitiger pyramidaler Endigung. Weiterhin folgt dann die Wechsellagerung von bunten Agglomeraten, Schlacken- und Aschenbänken, mit geringmächtigen Lavaströmen (1—3 m dick), welche sich bis unter den Gipfel des Berges verfolgen lassen. An der Küste sind die lockeren Massen durchschwängert mit Seesalz, und an der

Punta Galera werden sie gangförmig durchsetzt von braunen, steinmarkähnlichen Massen; das Seesalz sammelt sich in Spalten, die bis in einige Höhe an den Tuffwänden zu verfolgen sind.

Die schönsten Gesteinsgänge finden sich an der Punta Zanca und an der Punta Galera. Diese letztere wird gebildet durch einen mächtigen, durch das Meer aus der Küste herausgewaschenen Basaltgang, der wie eine Scheidewand quer über den geröllbedeckten Strand gestellt ist und jedes Vordringen und jeden Ausblick hindert. Als eine gefährliche Klippe schiebt sich ihr mauerartiger Fortsatz kühn in die See hinaus. Wenige Monate vor meinem Aufenthalt war dort ein Schiff gescheitert.

Schon Spallanzani hat sich die Mühe nicht verdriessen lassen, in die steilen Schluchten vorzudringen. Ich war besonders aufmerksam gemacht worden auf eine Höhle (Rutta ruttazzu) im oberen Teile einer derselben und mit Hilfe meiner Bootsleute arbeitete ich mich über die glatten Basaltfelsen und bröckeligen Agglomerate bis dorthin, etwa 150 m über dem Meere, empor, wobei die Hände wohl gerade so viel zu thun hatten als die Füsse. Die Grotte, die etwa 30 m weit als ein ungefähr 10 m hohes Gewölbe in das Gebirge

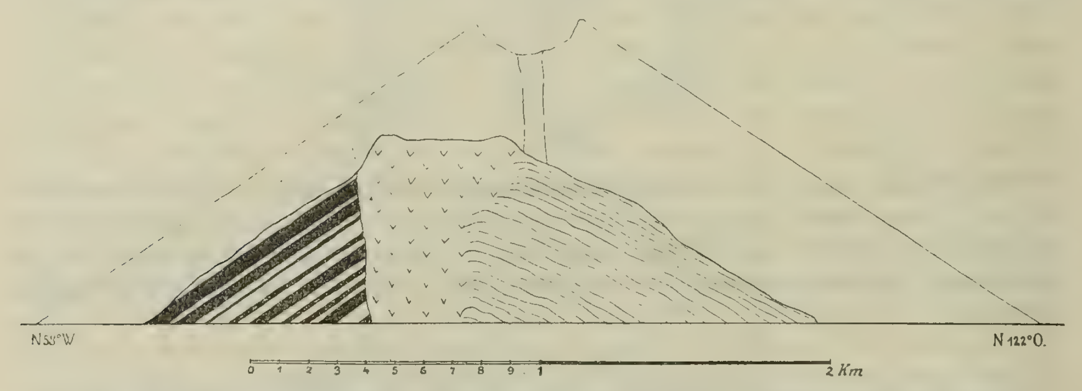


Fig. 28. Schematischer Durchschnitt durch Alicudi 1 : 25 000. Links der Rest des basaltischen Urkegels, rechts über dem Bruchfeld die andesitischen Neubildungen. Die heutige Gestalt der Insel ist das Resultat der Abrasion, welcher die andesitischen Laven mehr widerstanden haben als die älteren, zum Teil lockeren basaltischen Massen. Die äussere Linie giebt die ideelle Lage des Urkegels an.

eindringt, dient zahlreichen wilden Tauben zum Wohnplatz, bietet aber sonst kaum ein Interesse. Nach meiner Erinnerung setzen an der Grotte zwei Gesteinsgänge auf, zwischen denen die Schlacken und Laven weggebrochen sind, um so, vielleicht unter früherer Einwirkung der Meeresbrandung, den Hohlraum zu bilden. Mit einem „Lavatunnel" hat sie nichts zu thun. Nahe der Grotte steht eine Bank tiefroten, feinen vulkanischen Sandes an.

Im allgemeinen sind die Laven nicht sehr mächtig; am bedeutendsten dürfte die Dicke eines Stroms nahe dem Malopasso sein: ich schätzte sie auf 15 m. Nach Herrn Dr. Glaser enthält ein Ganggestein, welches die Agglomerate nahe der Galera durchsetzt, 51,24 % Kieselsäure. Dieser Wert mag annähernd auch den Laven entsprechen, von deren mikroskopischer Struktur und Zusammensetzung sich die des Ganggesteins nicht unterscheidet. Beides sind doleritische Feldspatbasalte mit viel Olivin und meist etwas glasiger, globulitischer Grundmasse; an der Galeraklippe ist der Olivin zum Teil verschwunden und Aragonit an seine Stelle getreten, der auch sonst in den Hohlräumen des Gesteins kleine Drusen bildet.

Das meiste Interesse bieten dem Geologen an der Westküste gewisse Findlinge von fremdartiger Gesteinsbeschaffenheit, die hier kurz skizziert seien. Zunächst mögen Blöcke eines Sandsteins erwähnt sein, die nach ihrer makroskopischen und mikroskopischen Beschaffenheit sich nicht von denen unterscheiden, welche z. B. auch in den Aetnalaven auftreten, die aber hier wohl angeführt zu werden verdienen, weil diese Art von Fragmenten auf den Liparen nicht häufig ist. — Ein anderes lehrreiches Stück ist ein Andesit, ganz ähnlich dem an der Ostseite auftretenden Gestein und wahrscheinlich vom Gipfel der Insel durch eine Schlucht hieher gelangt; er enthält einen eckigen Einschluss eines vollkommen körnigen, fast dioritähnlichen Gesteins, das unter dem Mikroskop ein hypidiomorphes Gemenge von Plagioklas, brauner Hornblende, Augit (Pleochroismus: 𝔞, 𝔠 blaugrün, 𝔟 nelkenbraun) und Eisenerz darstellt. Wo der Schmelzfluss des Effusivgesteins in dieses grobkörnige Gefüge eingedrungen ist, hat alsbald auch die Umsetzung der braunen Hornblende in Augit- und Magnetithäufchen stattgefunden, und dieses letztere Aggregat ist denn auch, als letzter Hinweis auf die frühere Anwesenheit der Hornblende, besonders oft in dem umhüllenden Andesit zu bemerken (siehe auch S. 219); im gleichen Gesteinsstück sieht man da die Ausbildung desselben Magmas als Effusiv- und Tiefengestein. — Ein drittes Stück von gelbbrauner Farbe besteht unter dem Mikroskop aus vorwaltender, meistens farbloser, zum Teil auch schwach blaugrüner Hornblende und Quarzkörnern, sowie etwas Tridymit (?) in Zwischenräumen. Alle, besonders die Hornblende, enthalten Schlacken- und Gaseinschlüsse, wie denn auch Glas allenthalben auf den Rissen des Gesteins eingedrungen ist. Ich halte das Gestein für das Umbildungsprodukt eines Hornblendeschiefers. Zweifellos liessen sich noch manichfache interessante Funde solcher Einschlüsse thun.

Sucht man aus dem oben Gesagten das Ergebnis zu ziehen und wirft man einen Blick rückwärts auf die Entstehungsgeschichte der Insel, so wie letztere sich heute darbietet, so kann es nicht zweifelhaft bleiben, dass Alicudi seine jetzige Gestalt zwei vielleicht weit auseinander liegenden geologischen Geschehnissen verdankt. Zwischen den Gesteinen der westlichen und denen der östlichen Inselhälfte besteht ein sehr scharf ausgeprägter, durch zahlreiche Schliffe und Analysen erwiesener petrographischer Unterschied. Es ist aber undenkbar, dass die Auswurfsprodukte, welche den Westen der Insel zum grossen Teil ausmachen, vor den andesitischen Laven des Ostens gefördert worden sein sollen, ohne dass letztere davon bedeckt worden wären. Die Andesite sind also auf Alicudi offenbar jünger als die Basalte. Mir scheint keine andere Annahme möglich als die, welche in dem Lavenkomplex der Ostseite das Resultat eines wiederholten andesitischen Ergusses aus der Gegend des ursprünglichen Kraters erblickt, welchem vorher die basaltischen Massen entstiegen sind. Die Erscheinung fände ein Analogon auf Filicudi, wenn wir uns den Ursprungsort der andesitischen Laven des Terrione näher dem Gipfel der basaltischen Fossa delle Felci denken, und ähnlich wird sich einmal der Stromboli gestalten, wenn die Denudation des Vulkans so weit fortgeschritten sein wird, dass der alte andesitische Urkegel und der recente Basaltkegel zusammen die Oberfläche eines Kegels teilen, wobei davon abzusehen ist, dass der recente Strombolivulkan zufällig vorwiegend lose Massen fördert und dass der heutigen Basaltphase dort bereits eine ältere vorausgegangen ist (siehe Fig. 2, S. 27.) Man hat also in Alicudi einen auf seiner Ostseite niedergebrochenen Basaltkegel vor sich, über dessen Bruchfeld sich Andesite ergossen haben, und beide, der Rest des Urkegels und die Andesite, sind späterhin so weit der Zerstörung anheimgefallen, dass sie jetzt wieder einen einheitlichen Kegel darzustellen scheinen.

Auf Alicudi ist von allen Inseln des Archipels die vulkanische Thätigkeit am frühesten erloschen; ihr Vulkan war seit langer Zeit nur noch den zerstörenden Einflüssen des Meeres preisgegeben. Die ältesten basaltischen Ausbrüche mögen in diejenige Zeit fallen, da allgemein in dem Gebiete basische Laven gefördert wurden und die ältesten heute trocken liegenden Gebilde entstanden; die Andesite aber brauchen gleichfalls nicht jünger zu sein als die ihnen so ähnlichen alten Ganggesteine der Fossa auf Filicudi.

Spallanzani giebt an, er habe auf Alicudi, geradeso wie auch auf Filicudi, „Bimssteine, Gläser und Emaillen“ gefunden. Mit letzteren dürften vielleicht jene bearbeiteten Obsidiansplitter gemeint sein, deren ich in den früheren Abschnitten öfters gedacht habe; ich selbst bin auf der Insel nirgends auf derlei alte Kulturreste gestossen.

Zusammenfassung.

Uebersicht.

Die Morphologie des Archipels. 1. Die aufbauende und indirekt zerstörende Thätigkeit des Vulkanismus. — 2. Die zerstörende und indirekt aufbauende Thätigkeit der Erosion.
Die Zeitfolge der Ereignisse auf den äolischen Inseln, verglichen mit der Geschichte des Vulkanismus im übrigen Unteritalien. Bedeutung der äolischen Inseln in der Geschichte des westlichen Mittelmeers und seiner Tektonik.
Die Produkte der äolischen Vulkane. Ueberblick über die Petrographie des Gebiets und die chemischen Wandlungen seines Magmas.

Ich habe im Vorhergehenden jedes einzelne Glied der äolischen Inselgruppe so eingehend beschrieben, als es mir für eine genaue Kenntnis des Archipels nötig schien und es mir auf Grund meiner Untersuchungen in demselben möglich war. Die Erscheinungen wurden geschildert und schliesslich jedesmal zu einem Bilde zusammengefasst, welches die geologische Geschichte einer jeden der mehr oder weniger weit von einander entfernten Inseln darstellen sollte; ich war indessen dabei stets bemüht, jedes einzelne Glied als Bestandteil eines einzigen Körpers, eines Vulkangebiets zu behandeln, welches mit den andern innerhalb eines freilich weitumgrenzten geologischen Zeitraums gleichzeitig entstanden ist, und dessen Entstehung mit ihnen auf den gleichen Vorgang in der Geschichte des Planeten zurückzuführen ist. In den folgenden Zeilen will ich eben jenen geologischen Körper in seiner Einheit besprechen und jetzt eine Uebersicht über die ganze Inselgruppe nach den oben angegebenen Gesichtspunkten zu gewinnen suchen.

Die Morphologie des Archipels.

Auch die heutige Gestaltung der Inselgruppe ist in letzter Linie das Resultat von zweierlei Vorgängen: erstlich von solchen, welche sich im Erdinnern abspielen (intratellurische, Vulkanismus im engeren Sinne) und dann solchen, die auf die Zufuhr von Sonnenwärme nach der Erdoberfläche (extratellurische Vorgänge, Insolation) zurückzuführen sind. Erstere umfassen hier die aufbauende und zerstörende Thätigkeit der Vulkane, letztere die zerstörende und indirekt wieder aufbauende Thätigkeit des Meeres, der Regenwässer und des Windes, — also die Erosion. Bevor ich zunächst

die aufbauende und indirekt zerstörende Thätigkeit des Vulkanismus

bespreche, auf welche fast ganz ausschliesslich die Gestaltung der Inseln zurückzuführen ist, sind einige Worte über den Untergrund der Vulkangruppe berechtigt, für dessen Beschaffenheit mehrfache Hinweise anzutreffen sind. Dieselben sind gegeben in verschiedenartigen fremden Gesteinseinschlüssen in den Tuffen und Laven der äolischen Vulkane und

ergeben mit vieler Wahrscheinlichkeit, dass die Vulkangruppe einer Basis von krystallinen Schiefern, zum geringsten Teil auch alten Eruptivgesteinen aufruht. Am weitesten verbreitet sind Einschlüsse von Quarzit: solche enthält in grosser Menge der Basaltandesit von Strombolicchio, nach Johnston-Lavis auch der ältere Basalt von Stromboli, ferner das Gestein der Lisca nera und die Auswürflinge des Vulcanello; in reichlicher Menge findet sich Quarzit in den Laven des Monte Saraceno und im Basalt von Alicudi. Es handelt sich dabei in beinahe allen Fällen um dichten, milchweissen Quarzit, wie er als Einlagerung in den krystallinen Schiefern vorkommt, und nur selten um verglaste Sandsteine, wie sie in so grosser Menge in den Laven des Aetna auftreten. Stücke von Quarzkrystallen umschliesst der Basalt an der Südküste von Alicudi, und auf der gleichen Insel fand ich auch den einzigen Einschluss, der etwa als Sandstein bezeichnet werden könnte. Von besonderer Wichtigkeit ist der Cordierit-Andesit von Lipari: derselbe ist förmlich durchspickt von umgewandelten Stücken krystallinen Schiefers, neben denen sich untergeordnet auch etwas Quarzit, aber, nach meiner Erfahrung, niemals ein Bruchstück jüngerer Sedimente vorfindet. Ganz ähnliche Einschlüsse enthält der Andesit des Capo Graziano auf Filicudi, und endlich wäre noch ein Block von Glimmersyenit zu erwähnen, auf welchen ich am Südabhange des Monte St. Angelo stiess, und der jedenfalls den Agglomeraten dieses Vulkans entstammt. Das alles deutet mit Wahrscheinlichkeit darauf hin, dass die äolischen Vulkane sich fast unmittelbar über dem krystallinen Grundgebirge erheben, das heute noch im peloritanischen Bergland bei Milazzo und Messina und an der Westseite von Calabrien zwischen Cetaro und Reggio, nur stellenweise von Ablagerungen des Miocaen, Pliocaen und Quartär bedeckt, sonst frei zu Tage liegt,[1]) oder dass jenes wenigstens nicht von einer mächtigeren Masse jüngerer Sedimente bedeckt ist.

Die zahlreichen auf den äolischen Inseln erkennbaren Vulkane und Vulkanruinen lassen sich trotz ihrer Vielartigkeit alle auf den einen Typus der Stratovulkane zurückführen. Aechte massige Vulkane, sofern man als Charakteristik derselben den Mangel eines Kraters und lockerer Auswurfsprodukte betonen will, sind dort nirgends nachzuweisen. Zwar haben sich mitunter Massen von solcher Zähflüssigkeit ergossen, dass sich statt der deckenförmig sich ausbreitenden Lavaströme kuppenförmige Gebilde aufstauen mussten; immer aber konnte ich dann in ihrer Nähe auch Auswurfsproducte nachweisen, deren mineralogische Beschaffenheit unmittelbar auf eine gemeinschaftliche Herkunft mit jenen zähflüssigen Massen hinzeigte, und trotz aller zerstörenden Einflüsse ist auch da und dort an ihnen noch deutlich genug ein Krater erkennbar. „Quellkuppen" im Sinne Reyers,[2]) wie der Teplitzer Schlossberg eine sein soll, fehlen.

Die noch nachweisbaren Strato-Vulkane lassen sich in folgende Gruppen einteilen:

1. Typus Somma-Vesuv, (Strato-Vulkane schlechthin).

Erloschene, teilweise stark denudierte und junge, noch thätige Vulkane, aus einer mehr oder weniger concentrisch schaligen Uebereinanderlagerung von Laven oder Agglomeraten oder aus einer Wechsellagerung beider bestehend, oft durchsetzt von Gängen. Es gehören hieher:

---

[1]) Nach den geologischen Karten von Baldacci (Descrizione geologica dell' Isola di Sicilia, Mem. descr. d. Carta geol. d' Italia, I.) und Cortese (Descrizione geologica della Calabria, Mem. descr. etc. IX.).

[2]) Jahrb. K. K. geol. Reichs-Anst. XXIX. 1879, S. 464—467.

Nr.	Name		
1.	Der Urkegel des Stromboli		Stromboli.
2.	Der thätige Stromboli		Stromboli.
3.	Der Vulkan, als dessen Reste die Lisca nera, Lisca bianca, der Bottaro, Dattilo und die Panarelli aufzufassen sind.		
4.	Der Monte Rivi		Salina.
5.	Die Fossa delle Felci		Salina.
6.	Der Monte dei Porri		Salina.
7.	Der Pollarakrater		Salina.
8.	Die Timponi um Bagno secco		Lipari.
9.	Die Timponi südlich des Mazzacaruso		Lipari.
10.	Der Mazzacaruso		Lipari.
11.	Der Monte Chirica		Lipari.
12.	Der Pizzo Campana	Monte Rosa	Lipari.
13.	Der Pizzo Mazzone	Monte Rosa	Lipari.
14.	Der Monte St. Angelo		Lipari.
15.	Der Urkegel von Vulcano		Vulcano.
16.	Der Monte Saraceno		Vulcano.
17.	Der Corvo-Vulkan		Vulcano.
18.	Die Felicicchie		Vulcano.
19.	Die Sommata		Vulcano.
20.	Der Lentia-Krater		Vulcano.
21.	Die Fossa di Vulcano		Vulcano.
22.	Der Faraglioni-Vulkan		Vulcano.
23—25.	Vulcanello (drei Krater)		Vulcano.
26.	Die Fossa delle Felci		Filicudi.
27.	Der Terrione?		Filicudi.
28.	Der basaltische Urkegel		von Alicudi.
29.	Die Andesitströme		von Alicudi.

2. Scheinbar massige Vulkane; zähflüssige (saure oder ziemlich saure), kuppenbildende Ergüsse aus Kratern mit nachweislicher Eruption lockeren Materials; Krater teilweise noch erkennbar.

a) Typus Monte Gibelé-Montagna Grande (Pantelleria).

Andesitische Massenergüsse von grobklotziger oder säulenförmiger Absonderung, als Folge einer im Ganzen vor sich gehenden Abkühlung. Gangbildung nicht selten.

Nr.	Name	
30.	Panaria.	
31.	Capo Graziano	Filicudi.
32.	Die Montagnola	Filicudi.

b) Typus Monte Guardia. Liparitische Schollenkrater.

Kuppen aus langsam übereinandergewälzten, sehr zähflüssigen, gebogenen und gewundenen Schollen aufgebaut, letztere durch den Druck der Vorwärtsbewegung ineinander gepresst und miteinander verknetet.

33. Der Monte Giardina
34. Der Monte Guardia
35. Die Fossa di Capistrello
36. Die Fossa S. Lazzaro

} Lipari.

3. Typus Monte Pelato-Rocche rosse. Liparitische Vulkane, wenige, aber durch bedeutende Masse ausgezeichnete Obsidianströme fördernd, zum Teil auch mit mehr oder weniger grossartigen Bimssteinausbrüchen. Am oberen Ende des Stromes ein oder mehrere sekundäre Krater, durch welche zum Schluss der Eruption noch eine Zerspratzung des zähen Magmas vor sich gehen konnte.

Diese Gruppe steht in der Mitte zwischen den beiden vorigen. Ihr gehören an:

37. ? Basiluzzo
38. Die Forgia vecchia
39. Der Monte Pelato und die Rocche rosse
40. ? Der Schlossberg von Lipari

} Lipari.

Hiernach umfasst die erste Gruppe alle Vulkane mit basaltischen und basalt-andesitischen und einen Teil derjenigen mit andesitischen Laven; sie stellt den gewöhnlichen Typus der Stratovulkane dar, und in der That unterscheidet sich der Aufbau der hier zusammengefassten Kegel in nichts von dem des Monte Somma, des Aetna, wie er im Val del bove aufgeschlossen ist, oder des grossen Ringwalles von Santorin. Ueberrascht steht man auch hier vor den gewaltigen, massigen, bis über 15 m mächtigen Lavaströmen, die sich von allen Seiten der Kegel herabsenkten, ohne ungeachtet ihrer grossen, 30° übersteigenden Neigung merklich gegen oben an Mächtigkeit zu verlieren. Die Lagerung von Laven und Agglomeraten ist eine so regelmässige, wie sie nur möglich war bei einer sehr raschen Aufeinanderfolge der Eruptionen, zwischen welchen der Erosion keine Zeit zu zerstörender Thätigkeit verbleiben konnte.

Gangbildungen sind eine häufige Erscheinung. Ausgenommen die andesitischen Gänge, welche am Perciato, am Scoglio della Fortuna und auf ihrem höchsten Gipfel die basaltische Fossa delle Felci auf Filicudi durchsetzen, ist der petrographische Charakter der Ganggesteine sonst gleich derjenigen der durchbrochenen Agglomerate und Laven. Nur in wenigen Fällen ist mit dem Auftreten von Gängen auch eine bemerkenswertere Dislokation der benachbarten Schichten verbunden. Die meisten Gänge sah ich an der Nordwestküste von Stromboli; am schönsten entwickelt aber und interessant wegen ihrer Verzweigungen sind diejenigen an der Nordküste von Salina.

Von den älteren äolischen Kegeln lassen noch verschiedene, am besten der Monte St. Angelo, die Fossa tre pecore und die Fossa delle Felci auf Salina, eine Andeutung des Kraters wahrnehmen; es liegt darin ein Beweis, dass sie seit ihrem Erlöschen nicht sehr viel an Höhe verloren haben können. Dem Krater sind die meisten der sichtbaren Laven entquollen, diese stellen also zumeist Gipfelströme dar. Nur auf Stromboli und wahrscheinlich auch an der Fossa delle Felci auf Salina ist es auf dem der Beobachtung zugänglichen Teil der Vulkane zu seitlichen Ergüssen gekommen. Da aber weitaus der grösste Teil der äolischen Kegel vom Meere bedeckt ist, so liegt darin selbstverständlich noch kein Beweis, dass an ihnen die Art der Lavaförderung eine viel andere gewesen sei als am Vesuv oder Aetna, deren grösste Ergüsse bekanntlich seitliche gewesen sind.

Wer bis dahin nur die Aschenkegel der thätigen Vulkane kennen gelernt hat, wird vielleicht zunächst die rauhen, felsigen Gipfel der erloschenen liparischen Kegel nicht mit jenen ebenmässigen, scheinbar hauptsächlich aus Sanden bestehenden Bergen auf die gleiche Stufe stellen wollen. Indessen bedarf es sicherlich nur einer länger dauernden Denudation, einer Entfernung der oberflächlich angehäuften und alles bedeckenden Sande, um die Kegel des thätigen Stromboli, des Aetna oder des Vesuv etwa der Fossa delle Felci auf Salina ähnlich zu machen. Auch bei ihnen liegt unter der Sanddecke ein felsiges Skelett, das hauptsächlich aus den alten Gipfelströmen und Gangmassen besteht und nur oberflächlich durch lockeres Material verdeckt und eingeebnet ist. Wer die mächtigen Gipfellaven der äolischen Vulkane mit den schwächlichen Schlackenströmen an den Aschenhängen des Vesuvkegels vergleicht, kann sich freilich dem Eindrucke nicht entziehen, dass dort die Thätigkeit eine weit intensivere gewesen sein muss als diejenige dieses Vulkans, der doch immer noch seine Umgebung ernstlich bedroht.

Mehrfach (Monte Rivi, Monte Porri, Timpone del Corvo) sind die Vulkane bis in ihr Inneres aufgerissen und ihr Kern sichtbar. Dieser letztere besteht nicht, wie ich erwartet hatte, aus einer homogenen Gesteinsmasse, sondern aus regellosen Agglomeraten, die von Gängen durchzogen und da und dort durch Magmaschnüre miteinander verkittet und imprägniert sind. Einem völlig massigen Vulkankern am nächsten kommen die Timponi nördlich von San Calogero auf Lipari. Man steht dort vor fast strukturlosen Basaltfelsen, die vielleicht als derbe Ausgussmassen alter Hohlräume im Innern des zerstörten Vulkans aufzufassen sind, stellenweise aber noch deutlich genug, als Hinweise auf einen Stratovulkan, alte Agglomerate wie eine Breccie umschliessen.

Von höherem Interesse als die typischen Stratovulkane sind diejenigen der zweiten Gruppe. Einen Teil derselben habe ich mit dem Monte Gibelé und der Montagna Grande auf Pantelleria verglichen, welche den ausgezeichnetsten mir bekannten Vertreter dieser merkwürdigen Art von Vulkanen darstellen. Weil indessen dieser Doppelberg nur ganz wenigen Geologen bekannt sein dürfte, so möchte ich ihn kurz schildern; dabei könnte ich der zutreffenden Beschreibung der Insel, welche Foerstner[1]) bereits geboten hat, kaum etwas Neues hinzufügen. Ich verweise also zugleich auf die gründliche Studie dieses gewissenhaften Forschers.

Die 836 m hohe Montagna Grande stellt das Centrum des älteren, durch ein dreifaches System paralleler Bruchspalten zerstückelten Teils der Insel Pantelleria dar. Von NW her, wo ihr Abhang den ausgezeichneten Pantellerit-Stratovulkan Cuddia Mida trägt, bekannt durch den Cossyrit, den Foerstner dort zuerst gefunden hat, erhebt sich dieser höchste Gipfel der Insel als eine ziemlich steile Andesitmasse, welche hauptsächlich gegen Süden und OSO durch imposante Steilwände von ihrer Umgebung getrennt ist. Foerstner hat es zweifellos gemacht, dass diese Steilwände nur grosse Verwerfungen sind, und ebenso sicher scheint es mir zu sein, dass die südöstlich der Montagna Grande aufsteigende Kuppe des Monte Gibelé nichts anderes ist als der ehemalige Gipfel der ersteren, der freilich heute durch eine fast 300 m hohe Steilwand von ihr getrennt ist und mit seinem höchsten Punkt nur mehr 700 m Höhe erreicht. Der Monte Gibelé aber trägt einen ausgezeichneten, ca. 120 m weiten, 94 m unter den Gipfel eingesenkten Krater. Die Gesteinsnatur beider

[1]) Nota preliminare sulla geologia dell' isola di Pantelleria. Boll. R. Com. geol. d' Italia 1881.

Berge ist die gleiche; die grobklotzigen, stellenweise säulenförmig abgesonderten Massen, welche in ihrem ganzen Umfange wie aus einem Guss geformt zu sein scheinen, sind nach Foerstner ein Augitandesit mit sehr grossen Einsprenglingen von Natronorthoklas und mit 60—61,5 % Kieselsäure. Die um die Montagna Grande und den Monte Gibelé verbreiteten Tuffe und Bimssteine gehören grösstenteils den jüngeren Pantellerit-Vulkanen an. Ob die zahllosen Natronorthoklas-Krystalle, welche sich in der nächsten Umgebung seines Kraters vorfinden, aus dem Gestein ausgewittert oder aus dem Krater ausgeschleudert worden sind, vermochte ich nicht zu entscheiden. Sollten dem Monte Gibelé eigene Tuffe fehlen, dann hätte man es dort mit einem einfachen Nachsackungskrater zu thun.

Erst als ich auf Pantelleria auf dem Passo Khalchi, dem hohen Steilabbruch zwischen der Montagna Grande und der Kuppe des Gibelé, gegenüberstand, schien mir mit einem Male der Schlüssel zu dem sonst sehr schwierigen Verständnis der Insel Panaria gegeben. Auch diese muss dereinst einen Krater besessen haben, aus welchem alle die geschichteten Sande, Bimssteine und Bomben gefördert wurden, die stellenweise den Ostabhang des mächtigen Inselfelsens bedecken. Der Krater aber ist heute verschwunden: entweder ist er der Abrasion durch das Meer zum Opfer gefallen, oder, und das scheint mir das Wahrscheinlichste zu sein, der westliche Steilabsturz der Insel ist nichts weiter als ein Bruchrand, und der „Monte Gibelé“ von Panaria ist an demselben zur Tiefe gesunken.

Den weiter folgenden Typus Monte Guardia vermöchte ich mit keinen anderen mir bekannten Vulkangebilden vollkommen zutreffend zu vergleichen. Am nächsten stehen ihm auf Pantelleria diejenigen von Foerstners „Vulcani massicci compatti“ und „Vulcani massicci con crateri“, welche durch den wilden Monte Fossa del Russo am besten vertreten sind. Im übrigen habe ich über diese liparitischen „Schollenkrater“ schon so eingehend gesprochen, dass ich hierauf verweisen kann (S. 104—105).

Die dritte Gruppe ist eigentlich nur eine besondere Form des zuletzt genannten Typus. Die Gesteine dieser Vulkane sind nur etwas saurer als die der älteren Schollenkuppen Südliparis. Eine ausserordentliche Zähflüssigkeit giebt auch hier den geförderten Laven ihr besonderes Strukturgepräge; die Ströme wären am ehesten mit dem Schollenwirrsal eines Eisgangs zu vergleichen, wenn nicht zugleich der Druck der Vorwärtsbewegung mit der Plasticität der zähflüssigen Massen sein Spiel getrieben hätte. Dass es gerade hier und nicht auch bei den weniger sauren Lipariten des Guardia-Typus zur Strombildung gekommen ist, hängt damit zusammen, dass die Eruptionen der ersteren auf dem Trockenen, die der letzteren unterseeisch stattfanden, wobei die Abkühlung der geförderten Laven eine raschere sein musste.

Allgemein findet sich auf den liparischen Inseln die Regel bestätigt, dass die Gestaltung der Vulkane insofern abhängig ist von der chemischen Natur ihrer Laven, als im grossen Ganzen ein höherer Kieselsäuregehalt auch eine grössere Zähflüssigkeit derselben zur Folge hat. Das Verhältnis der vertikalen zur horizontalen Ausdehnung der Ergüsse nimmt zu mit ihrem Kieselsäuregehalt. Dass es sich dabei um eine Regel, nicht aber um ein Gesetz handelt, beweist die Morphologie anderer Vulkangebiete.

Es ist von vornherein anzunehmen, dass die vorhin aufgezählten Vulkane nur einen Teil der grossen äolischen Vulkangruppe ausmachen, während eine vielleicht nicht unerhebliche Anzahl weiterer Kegel von jeher vom Meere bedeckt war. Es bedürfte diese Annahme

nicht einmal der Beweismittel, welche in den wiederholten Berichten über submarine Eruptionen und in dem Vorkommen von Tuffen gegeben sind, deren Herkunft zu keinem der überseeischen Kegel in Beziehung gebracht werden kann.

Ich gehe jetzt über zur Besprechung der negativen, im Zusammenhang mit der vulkanischen Natur des Gebiets stehenden Oberflächenveränderungen, d. h. zu der zerstörenden Thätigkeit des Vulkanismus. Nirgends auf der Erde finden so rasche und tiefgreifende Veränderungen der Oberflächengestaltung statt, wie wir sie oft in vulkanischen Gebieten erleben. Berge von mehreren hundert Meter Höhe verschwinden gelegentlich vulkanischer Paroxysmen, an die Stelle vulkanischer Inseln treten nach kurzer Eruption Depressionen des Meeresbodens. Die schauerlichen Naturereignisse kosten mitunter der Bewohnerschaft ganzer Landstriche das Leben, und die Ueberlebenden vermöchten auch dann, wenn sie kaltblütig genug gewesen wären, um in Ruhe alle Vorgänge zu verfolgen, die selbst die Sinne eines durch Gefahren Abgehärteten in die höchste Spannung versetzen, von dem Geschehenen nur wenig Positives zu berichten; denn die gewaltigsten Ereignisse haben sich in der Finsternis der Aschenwolken abgespielt, und ihr Schauplatz war auf weite Meilen hin unzugänglich. So fand z. B. der Vesuv-Ausbruch, welche Pompeji unter einer wenige Meter tiefen Schlacken- und Aschenschicht begrub, in der Blütezeit des römischen Kaisertums und inmitten der dichtest bevölkerten Gegend des damaligen Italiens statt. Der grösste Teil der Umwohner vermochte sich zu retten; und doch ist uns keine Nachricht überkommen, ob sich damals die Gestalt des Berges so stark verändert habe, wie man dies aus den sehr kärglichen Berichten des Strabo und des Plutarchus[1]) ableiten will. Angst und Entsetzen hinderten die zunächst Gefährdeten, die dichte Finsternis der Aschenwolke die Fernstehenden, sich über die Vorgänge am Vulkane selbst genaue Rechenschaft zu geben. Grossartige Vulkanausbrüche, Katastrophen von so elementarer Gewalt, dass sie fast Kataklysmen glaubhaft machen könnte, haben sich bekanntlich des öftern in neuerer Zeit ereignet und dabei ihre ganze Umgebung umgewandelt. Es sei da nur erinnert an die Eruptionen des Carguairazo (1698), des Papandayang (1772), des Miyiyama (1793), des Temboro (1815), des Gunung Gelungung (1822), des Conseguina (1835) und vor allen Dingen des Krakatau (1883). Sie waren verbunden mit einer vollkommenen Veränderung der Gestalt der Vulkane oder auch ihrer Umgebung. Sofern ganze Teile der Kegel verschwunden waren, schrieb man dies gern mächtigen Explosionen zu, durch welche dieselben nach aussen zu zerstäubt, „weggeblasen“, „weggesprengt“ worden seien. Wie schwierig es auch gewissenhaften und objektiven Beobachtern sein dürfte, das eigentliche Wesen dieser Veränderungen zu ergründen, darauf habe ich vorhin hingewiesen. Die Unmöglichkeit zuverlässiger Beobachtung aber hat sich neuerdings gelegentlich der Katastrophe des Krakatau klar gezeigt. Ueber den Ausbruch dieses an der belebten Sundastrasse gelegenen Vulkans, eines der furchtbarsten Elementarereignisse dieses Jahrhunderts, liegen uns die musterhaften, ins Einzelne gehenden Studien Verbeeks[2]) vor, deren Genauigkeit

---

[1]) J. Roth, Der Vesuv, S. 2. Ich darf vielleicht hinzufügen, dass es mir gar nicht recht wahrscheinlich erscheint, dass erst im Jahre 79 n. Chr. die Zweiteilung des Vesuv in Somma und Eruptionskegel stattgefunden habe. Eine so furchtbare Katastrophe, welche den grössten Teil eines mindestens 1500 m hohen Kegel zum Verschwinden gebracht hat, hätte auf ihre Umgebung ganz andere Wirkungen ausüben müssen, als diejenigen, deren Spuren uns thatsächlich erhalten sind.

[2]) R. D. M. Verbeek, Krakatau, 2 Bde. mit Atlas. Batavia 1885.

durch keine andere, ähnliche Katastrophen betreffende Untersuchung erreicht oder übertroffen wird. Obwohl ich nicht bezweifle, dass ihre Resultate allgemein bekannt sind, so will ich doch kurz auf dieselben eingehen, um nicht während meiner späteren Betrachtungen nochmals auf dieselben zurückkommen zu müssen.

Der Ausbruch fand statt am 26. und 27. August 1883. Das Ereignis spielte sich in tiefster Finsternis ab, der Vulkan selbst war vollkommen unnahbar; fast nur sein entsetzliches Getöse gab Kunde von der Eruption. Als das Dunkel gewichen und der Schauplatz wieder zugänglich war, erkannte man den gänzlich veränderten Zustand der Vulkaninsel und ihrer Umgebung.[1]) Von der 33½ qkm grossen Insel Krakatau, welche drei Krater getragen hatte, waren 23 qkm mit zweien der Krater verschwunden, und nur ihr südlichster Teil erhalten geblieben. Ein Vulkankegel, der Piek Rakata, welcher zuvor fast die Hälfte der Insel eingenommen hatte und an der Eruption nicht beteiligt gewesen ist, war nur noch teilweise vorhanden und kehrte jetzt dem vom Meere bedeckten Ausbruchscentrum eine 832 m hohe Steilwand zu, die deutlich die innere Struktur des alten Kegels erkennen lässt.[2]) 18 cbkm betrug nach Verbeeks Schätzung die Menge der ausgeworfenen Massen, bis in eine Höhe von 30 km gelangten die feinsten emporgeschleuderten Ascheteilchen. Beinahe im vollen Umkreis um den Ausbruchsmittelpunkt hatte bis auf eine Entfernung von fast 15 km eine Erhöhung des Meeresbodens um 20—30, ja sogar um 80 m stattgefunden;[3]) da aber, wo früher die Insel sich erstreckt und zwei Vulkane sich erhoben hatten, stellten die neuerdings vorgenommenen Lotungen grosse Tiefen fest, die nahe dem Centrum des versunkenen Gebiets über 300 m erreichten.[4]) Dieselbe Depression liess sich gegen Osten hin, an Breite allmählich abnehmend, noch 19 km weit verfolgen. Die ausgeschleuderten Massen waren, wie gesagt, ungeheure gewesen, man möchte auch hier annehmen, die Vulkaninsel sei durch die Explosionen in die Luft gesprengt worden. Verbeek, der die Möglichkeiten einer Explosion und eines Einbruches wohl abgewogen hat, kommt indessen zu der Ansicht,[5]) dass ein Einbruch weit wahrscheinlicher sei, und begründet dieselbe treffend damit, dass sich unter dem ausgeworfenen Material so sehr wenig Bruchstücke des durch besondere, wohl bekannte Gesteine charakterisierten Vulkanuntergrunds fänden. Er betont ferner die Schwierigkeit der Vorstellung, dass ein fast zirkelrunder Raum von 3400 m Radius und über 36 qkm Oberfläche und dazu noch ein 15 km langer, schmaler dreieckiger Raum einfach weggeblasen sein sollen. Trotzdem trägt noch manches angesehene Lehrbuch die letztere Annahme ohne weitere Diskussion als etwas völlig selbstverständliches vor.

Als Beispiel einer Eruption, durch welche ein grosser Teil eines Vulkans durch die Spannung der Gase in die Luft gesprengt worden ist, pflegt neuerdings die furchtbare Katastrophe am Sommawall des Bandai-San in Japan (am 15. Juli 1888) angeführt zu werden. E. Rudolph hat an der Hand einer ziemlich reichen Litteratur eine zusammenfassende Schilderung des Ereignisses gegeben.[6]) Danach bildete sich nach einigen sehr heftigen und langandauernden Erdbeben an der Aussenseite des 1840 m hohen Ringwalls,

---

[1]) Verbeek, Atlas Fig. 1, 34—37, 42, 43. [2]) Verbeek, Album Nr. 25. [3]) l. c. Atlas Fig. 4. [4]) l. c. Atlas Fig. 2. [5]) l. c. Bd. II. S. 373 ff.

[6]) Bericht über die vulkanischen Ereignisse während des Jahres 1894. Tscherm. Min. u. Petr. Mitt. XVI. 1897, S. 417 ff. — Sekiya, S., und Kikuchi, Y., The eruption of Bandai-San. Transact. Seismol. Soc. of Japan. 1890. XIII., II. Teil. — Naumann, E., Neue Beiträge zur Geologie und Geographie Japans. Peterm. Mitt. 1893. Erg.-Heft Nr. 108.

also excentrisch zu dem früheren Krater, in der Höhe von 1170 m ein hufeisenförmiger, dem Val del bove vergleichbarer Thalcircus, von 2 km Durchmesser und 3,83 qkm Bodenfläche, in dessen Hintergrund nach der Katastrophe aus einem Spalt gewaltige Dampfwolken hervortraten. Die Explosion, welcher diese Veränderungen zugeschrieben werden, förderte nur Dampf, aber kein Magma, weder in Gestalt von Auswurfsprodukten noch von fliessender Lava. Das von dem Ringwall weggesprengte Material soll anfangs in fast horizontaler Richtung fortgeschleudert worden sein, ergoss sich aber wenigstens späterhin ganz nach Art eines furchtbaren Bergsturzes mit der erschreckenden Geschwindigkeit von 77 km in der Stunde und deshalb auch unter Erzeugung eines verheerenden Sturmwindes über die niedrigeren Gebiete, welche es in einer Ausdehnung von 70 qkm verschüttete. Auf seinem Wege wurde das infolge lang andauernder Fumaroleneinwirkung schon sehr mürbe Gestein grossenteils zu feinstem Staub zerrieben, welcher sich über eine Fläche von 2050 qkm ausbreitete. Das Volumen der „fortgeschleuderten" Massen wird auf 1,213 km³, ihr Gewicht auf 2826,290 Millionen Kilogramm geschätzt.

Die Frage, ob die Katastrophe am Bandai-San nicht auch als ein grossartiger Bergsturz ohne direktes Zuthun des Vulkanismus aufgefasst werden könnte, scheint bisher von Niemanden erörtert worden zu sein, und ich masse mir keine Berechtigung an, dieselbe nach irgend einer Richtung entscheiden zu wollen.

Ein ausgezeichnetes Beispiel eines „Explosionskraters" könnte in dem grossen Ringgebirge von Santorin gegeben sein, und als solcher ist dasselbe denn auch von K. von Fritsch[1]) beschrieben worden. Auch von Fouqué[2]) werden die grossen Massen von Bimsstein, welche vorzugsweise die Hauptinsel Thera bedecken, auf eine gewaltige Katastrophe zurückgeführt, welche dem Ringwall seine jetzige Gestalt erst zu einer Zeit gegeben haben soll, als die Insel bereits besiedelt und von üppigem Pflanzenwuchs bedeckt war. Im Gegensatz zu v. Fritsch aber erblickt Fouqué in jenem Ereignis einen Einsturz, nicht eine Explosion. v. Fritsch hatte das Verhältnis zwischen den Bimssteinen und den dichten Andesitauswürflingen, welche dem alten, durch die Explosion gesprengten Krater entstammen sollten, auf 9 : 1 geschätzt und daraus mit Rücksicht auf die überseeische und unterseeische Ausdehnung und Gestalt der Inselgruppe schliesslich die Masse des bei der Katastrophe geförderten Materials zu etwa 600 km³ berechnet. Nach Fouqué aber beträgt jenes Verhältnis mindestens 99 : 1 und der Ausbruch würde dann die enorme Masse von 6000 km³, 333 mal so viel als die von Verbeek berechnete Bimssteinmenge des Krakatau, geliefert haben! Zu diesem Volumen, welches sogar die Massen noch übertrifft, welche angeblich die Ausbrüche des Temboro im Jahre 1815 (1020 km³ nach Zollinger, 309 km³ nach Junghuhn) oder des Conseguina im Jahr 1835 (3000 km³) förderten, steht aber nach Fouqué das Verbreitungsgebiet und die Mächtigkeit jener alten Bimssteine in keinem Verhältnis, so dass nur die Annahme gerechtfertigt erscheint, die ganze centrale Masse des alten Vulkankegels sei eben wieder nach innen verschwunden, d. h. dort hinabgesunken, woher sie gekommen ist.

Spallanzani und Dolomieu hatten nicht daran gedacht, dass die Vulkane etwas anderes sein könnten, als von unten her aufgeschüttete Kegel. Nur Schematismus konnte zu der

---

[1]) Geologische Beschreibung des Ringgebirges von Santorin. Ztsch. d. deutsch. geol. Ges. XXIII. 1871, S. 193 ff.

[2]) Santorin et ses éruptions. Paris 1879, S. 427—428.

Theorie von den Erhebungskratern führen; die langsamere und unbefangenere Beobachtung hat Jahrzehnte gebraucht, um wieder einer natürlicheren Anschauungsweise Platz zu machen. 1859 hat Scrope der vulkanischen Thätigkeit sogar jede Aeusserung abgesprochen, welche mit einer momentan wirkenden Explosion, etwa mit einem Sprengschuss zu vergleichen wäre; er war zwar davon überzeugt, dass fortgesetzte Explosionen Spalten örtlich zu erweitern und in Vulkanschlöte umzuwandeln vermöchten und dass im Verlaufe einer längeren Eruption Vulkankegel in die Luft „geblasen" würden; aber niemals geschehe die Explosion „in der Art eines platzenden Kessels, der seinen ganzen Dampf auf einmal entlade, oder einer Mine von Schiesspulver". [1]) Es scheint aber, als ob diese nüchterne Auffassung durch die nicht nur in kultureller und ökonomischer Hinsicht, sondern auch wissenschaftlich höchst bedeutungsvolle Entdeckung der südafrikanischen Diamantlagerstätten eine überraschende Zurechtweisung erfahren habe. Das Wesen derselben ist hinreichend bekannt: die wichtigeren der aus serpentinartigem, brecciösem „Kimberlit" bestehenden „Kopjes" fanden sich in einer Anzahl von fast zwanzig auf einer über 200 km langen Linie, und die bergmännischen Arbeiten, welche im Februar 1899 bereits bis zu Tiefen von 427—561 m gelangt waren, stellten fest, dass jene Kopjes nur das Ausgehende von runden oder elliptischen, nach oben bis zu Durchmessern von 20—450 m sich erweiternden, mit dem diamantführenden Kimberlit erfüllten Schlöten seien. [2]) Bald nachdem Daubrée [3]) experimentell der Erklärung dieser Schlote näher getreten war, welche er für die Durchschusskanäle (Diatremen) hochgespannter Gase hielt, erregte eine Abhandlung v. Brancos [4]) Aufsehen, der zufolge auf der schwäbischen Alb und in deren Vorland eine grosse Zahl von solchen Explosionsschlöten unregelmässig zerstreut liegen. Diese „Vulkan-Embryonen", wie sie v. Branco genannt hat, sollen deshalb besonders interessant sein, weil ihre ganz unregelmässige Anordnung ausser aller Beziehung zu vorher bestehenden Spalten stehen soll, sie also nur Schusskanäle darstellen, welche die Juraschichten wie plötzlich explodierende Minen durchschlagen haben, ohne dass man sich darüber Rechenschaft zu geben vermöchte, weshalb sie gerade hier oder dort zum Durchbruch gekommen sind. Solche „Diatremen" würden darauf hinweisen, dass sich unter der Erdkruste, unter Bedingungen, welche ein langsames Entweichen unmöglich machen, allmählich Gase von ausserordentlich hoher Spannkraft anhäufen. Auf solche Vorgänge werde ich später noch zurückzukommen haben.

In vielen Fällen wird sich die Frage, ob man es mit Aussprengungen oder Einbrüchen zu thun hat, überhaupt nicht entscheiden lassen, und es wird dort immer auch einem genauen Beobachter frei stehen, sich nach der einen oder anderen Richtung zu entscheiden. Andere Gebilde, wie z. B. die durch den Bergbau erschlossenen Kimberlitschlote Südafrikas scheinen thatsächlich nur als höchst wunderbare Durchschusskanäle aufgefasst werden zu können. Im grossen Ganzen aber glaube ich, dass man auch heute noch den Explosionskratern wegen ungenügender Detailuntersuchungen eine viel zu bedeutende Rolle beimisst.

---

[1]) Quart. Journ. 1859, S. 536.

[2]) Nach A. W. Stelzner, Die Diamantgruben von Kimberley, Isis 1893, und nach gütigen Mitteilungen des Herrn General-Manager Gardner F. Williams in Kimberley.

[3]) Bull. Soc. géol. de France (3) XIX. S. 313. — Compt. rend. d. Séanc. Ac. CXI. 1891. — Siehe auch F. M. Stapff, Ztschr. f. prakt. Geologie 1893, S. 284 ff.

[4]) Jahresh. d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg L, LI. 1894 und 1895.

Ich kann meinerseits nur betonen, dass keiner der liparischen Vulkane als Beispiel für die Existenz solcher Gebilde angeführt werden darf.

Im Gebiet der liparischen Inseln habe ich, trotzdem an mehreren Kegeln tiefgehende Zerstörungen im Zusammenhang mit Eruptionen stattgefunden haben, doch niemals den Eindruck gewinnen können, dass die scheinbare Massenverminderung nur auf eine oder wiederholte Explosionen zurückzuführen, dass der verschwundene Teil in die Luft gesprengt worden sei. Zunächst versteht es sich von selbst, dass solche Zerstörungen, welche zur Entstehung der Sciarra-Nische auf Stromboli oder des grossen Circus von Vulcano führten, nicht irgendwelcher Art von Erosion zugeschrieben werden dürfen. Das Thal von Pollara auf Salina, die Valle di Chiesa und der Vallone delle serpi rosse auf Filicudi, die Sciarra auf Stromboli, das grossartige Atrio der Fossa di Vulcano und wohl auch die Rocche rosse auf Lipari sind ihrem Wesen nach nichts anderes als das Atrio del Cavallo am Vesuv oder die Val del Bove am alten Trifoglietto-Kegel des Aetna. Ich halte sie alle für Bruchfelder und beweise das mit ähnlichen Gründen, mit welchen Fouqué für Santorin, Verbeek für den Krakatau Einstürze wahrscheinlich gemacht haben. Reich an Bruchstücken älterer Gesteine (Basalt und Andesit) sind die Bimssteine im Norden Liparis. Sie sind, so viel ich beobachtete, stets etwas gerundet, niemals scharfkantig, wie sie wohl sein müssten, wenn sie durch eine plötzliche Explosion in die Höhe geschleudert und Sprengstücke wären. Ich lege aber hierauf wenig Wert, weil man ja schliesslich einwenden könnte, die Stücke seien durch den Bimsstein und die Aschen, besonders wenn sie des öftern aus dem Krater geschleudert wurden, wie in einem Gebläse abgeschliffen worden. Indessen steht die Menge der Fremdlinge in keinem derartigen Verhältnis zu den Bimssteinen, dass man in ihnen die Fragmente einer grösseren in die Luft gesprengten Scholle annehmen müsste.

Keiner der liparischen Vulkane hat wohl mehr Bruchstücke seines Untergrundes gefördert als die Fossa von Vulcano. Das Gestein der beiden Obsidianströme und die dacitischen Bomben des jüngsten Ausbruchs strotzen davon: aber merkwürdigerweise sind es gerade diese späteren Produkte, nicht aber so sehr die alten Trachyte des Vulcano oder die Liparite der Lentia, welche die doleritischen Einschlüsse enthalten. Wie gering übrigens gerade in den grösseren Tiefen die Wirkung der vulkanischen Explosionen ist, dürfte daraus hervorgehen, dass ich in den Tuffen des Monte St. Angelo nur einmal ein Stück Glimmersyenit antraf, während der Cordierit-Andesit von Varesana, der sich ohne jeden Paroxysmus aus der Flanke des Berges ergossen hat, aus unbekannter Ursache übervoll ist von Fragmenten des Grundgebirges.

Wie gesagt, zeigt sich überall, dass die Menge dessen, was man für Sprengstücke halten könnte, gegenüber der Masse des verschwundenen Vulkanteils ganz untergeordnet ist. Ich unterschätze durchaus nicht die ungeheure Gewalt der hochgespannten, dem Vulkanschlot entweichenden Gase; doch wird niemand ernstlich behaupten wollen, dass die durchsprengten Gesteine bis zu staubförmigen Partikeln aufgelöst und dann fortgeführt worden wären. Grosse Blöcke des losgesprengten Materials müssten sich in der Umgebung des „Explosionskraters“ vorfinden. Nach Verbeek[1]) fielen dichte glasige Andesitauswürflinge von nur $^{1}/_{2}$ cbm Grösse und Bimssteinstücke von 1 cbm bereits innerhalb einer Entfernung von 4 km vom Krater des Krakatau, 12 km davon wurden kopfgrosse Stücke schon selten,

[1]) l. c. II. S. 122.

und in 40—80 km Entfernung fand man nur noch bohnengrosse Lapilli. Auf Vulcano sieht man auf dem Piano, dessen Steilabsturz kaum 2 km von der Axe der Fossa entfernt liegt, kaum die geringsten Spuren der älteren Eruptionen derselben, geschweige denn die Trümmer eines durch Explosion in die Luft gesprengten Kraters. Und das Gleiche gilt auch für die Sciarra des Stromboli.

Die Erklärung aller dieser Vorgänge als Einbrüche setzt voraus, dass sich im Laufe der Eruptionen unter einem Vulkan Hohlräume zu bilden vermögen, und das ist wiederum nur möglich, wenn die Vulkane nicht von einem grossen, gemeinsamen Lavabecken, welches etwa das ganze Erdinnere oder eine gewisse Zone desselben erfüllt, gespeist werden, wobei ein Massenverlust im Innern durch ein unmerkliches Nachsinken weiterer Gebiete der Erdkruste ausgeglichen würde; sondern wir werden durch jene lokalen Bruchercheinungen auch zur Annahme lokaler Magmenherde gedrängt, deren Inhalt sich durch stürmisches Aufkochen im Zustand vorschreitender Abkühlung ähnlich entleert, wie etwa im kleinen ein mit kochendem Wasser gefülltes Reagenzrohr. Auf den liparischen Inseln, am Aetna, am Vesuv, auf Santorin und im Thal von Taoro auf Teneriffa haben sich dann über den Bruchfeldern neuerdings Eruptionen abgespielt, ein Beweis, dass durch die Einstürze dem Magma neue Austrittswege geöffnet wurden.

Die Beschaffenheit dieser neuen Ergüsse, ihre chemischen Beziehungen zu dem Gestein des Urkegels sind es nun, die in hohem Masse das Interesse verdienen und vielleicht dazu geeignet sind, neue Gesichtspunkte für die Vorstellung über den Zustand des uns zunächst liegenden Erdinnern zu bieten. Eine genaue petrographische Detailkenntnis unserer grossen Vulkangebiete, auf deren grosse Wichtigkeit nicht genug hingewiesen werden kann, fehlt bis zur Stunde. Ich kann mich deshalb nur auf die genauer bekannten Gebiete des Vesuv und des Aetna und auf die äolischen Inseln beziehen, wenn ich den Versuch wage, zu prüfen, ob zwischen der örtlichen Lage des Bruchfelds und der Beschaffenheit der über ihm geförderten Massen Beziehungen herrschen. Die Bruchfelder sind in Bezug auf die Hauptaxe des zerstörten Kegels concentrisch oder excentrisch. Concentrisch ist das Atrio del Cavallo samt dem Vesuvkegel in Bezug auf den alten Sommakegel, ferner die Fossa di Vulcano in ihrem Verhältnis zu dem alten Lentiakegel; die Fossa aber liegt excentrisch zu dem alten Urkegel von Vulcano, dessen verschwundene Teile gewissermassen nur zufällig, teilweise als Grundlage des eingestürzten Lentiakegels, mit in die Tiefe gesunken sind. Nach Roth[1]) unterscheiden sich weder die Laven des Vesuv wesentlich von denen der Somma, noch diese von den sie durchsetzenden Gängen und die Gesteine der Fossa di Vulcano zeigen innige Verwandtschaft mit denen des Lentiakraters. In beiden Fällen dürfte nur der gleiche Ausbruchsherd noch einmal in Thätigkeit getreten sein. Excentrisch zur Hauptaxe des Urkegels liegt nach den Schilderungen von Sartorius und v. Lasaulx[2]) das Val del Bove am Aetna; ferner der junge Stromboli in der Sciarra (Abstand der Eruptions-Axen 400—500 m), auf Salina der Krater von Pollara am Monte dei Porri (Abst. d. E.-A. 1,5 km), die Montagnola, der Terrione an der Fossa delle Felci auf Salina (Abst. 1,5 bezw. 1,75 km). Auch den keineswegs klaren Verhältnissen der Insel Alicudi scheinen zwei Eruptionsherde zu Grunde zu liegen.

---

[1]) Chem. Geol. II. S. 276. [2]) Aetna, II. S. 400 ff.

Die folgende kleine Tabelle giebt eine Uebersicht über die Beschaffenheit der von den Urkegeln und der über den excentrischen Bruchfeldern geförderten Massen.

	Urkegel:	Gebilde über den excentrischen Bruchfeldern:
1. Aetna:	Trifogliettokegel: 55—57 % SiO_2, Andesit.[1]	Recente Laven, 48—51 % SiO_2, Feldspathbasalt.[2]
2. Stromboli:	61,78 % SiO_2, Andesit.	50 % SiO_2, Feldspathbasalt.
3. Salina:	Monte dei Porri: 54 % SiO_2, Feldspathbasalt.	Pollarakrater: 65,5 % SiO_2, Biotithornblendeandesit.
4. Filicudi:	Fossa delle Felci: 51 % SiO_2, Feldspathbasalt.	a) Terrione: 57,32 % SiO_2, Pyroxenandesit. b) Montagnola: 60,64 % SiO_2, Hornblendeglimmerandesit.
5. Alicudi:	Feldspathbasalt 51,24 %, SiO_2.	Ostabhang: Andesit 57,6 % SiO_2.

Nachdem ich mich soeben mit denjenigen Störungen beschäftigt habe, die als rein lokale Einbrüche auf einzelne Kegel beschränkt sind, will ich nun noch Umschau halten nach solchen, welche etwa in grösserem Umfang das ganze Gebiet betroffen haben, also vorzugsweise in grossen Verwerfungen zur Anschauung gelangen. Während die 84 qkm grosse Insel Pantelleria, wie dies Foerstner[3]) zuerst gezeigt hat, von nicht weniger als elf deutlichen, die topographische Gestaltung der Insel unmittelbar beeinflussenden Verwerfungsspalten durchzogen wird, ist der äolische Archipel zum mindesten arm an derartigen wichtigeren Bruchlinien.

Schon Verwerfungen im kleineren Massstab sind nicht sehr häufig; sieht man ab von den zahlreichen Störungen, welche das Tuffplateau von Vulcano und seine Ränder betroffen haben und im engsten Zusammenhang stehen mit dem seit langer Zeit eingeleiteten Hinabsinken desselben, so sind mir nur geringfügige Verwerfungen im älteren Bimsstein von Lipari und solche bekannt geworden, welche, wie z. B. an der Westecke von Salina an Gänge geknüpft sind. Unzweifelhafte grössere, gerade Bruchlinien, wie sie sich auf Pantelleria in ausgezeichneter Weise in einem dreifachen System nachweisen lassen, durchziehen das Innere keiner der äolischen Inseln. Nur die Küstenentwickelung mancher zeigt mitunter eine Gestaltung, welche sich nur schwierig mit der abradierenden Arbeit des Meeres in Zusammenhang bringen lässt. So möchte ich z. B. aus früher bereits entwickelten Gründen (S. 64) in dem 420 m hohen, ziemlich geradlinigen Steilabsturz der Insel Panaria eine mächtige Verwerfung erblicken. Nur nebenbei sei darauf hingewiesen, dass dieselbe fast genau in der Verbindungslinie des thätigen Stromboli und der Rocche rosse auf Lipari gelegen ist. Einer grösseren Absenkung könnte man ferner die Entstehung jener Felswände zuschreiben, in welchen die südlichen Liparitmassen Liparis steil gegen Westen zu abfallen. Erstere erreichen an der Fossa di Lazzaro die Höhe von 250 m und sind jünger als die unteren Bimssteine, von deren Schichten noch Reste am Westabhang des Monte Guardia erhalten sind. Vielleicht stehen dann die zum Teil erloschenen Fumarolen und heissen Quellen, welche sich, am Bagno secco beginnend, längs der Westküste der Insel beobachten lassen, mit dieser Verwerfung im Zusammenhang, wenn auch freilich ihre Reihe nicht die unmittel-

[1]) Sartorius v. Waltershausen, Aetna II. S. 435 ff. [2]) l. c. S. 452—57. [3]) Nota preliminare, Sep.-Abd. S. 25—27.

bare gerade Fortsetzung derselben zu sein scheint. In der südöstlichen Verlängerung jenes Steilabsturzes und etwa im Schnittpunkt derselben mit der wichtigsten, Lipari und Vulcano in N 5° W durchziehenden Eruptionslinie liegt der thätige Krater von Vulcano. Längs der letzteren haben sich keine Störungen nachweisen lassen. Dass ich auch die mächtigen Steilwände, welche längs der Südwestküste von Vulcano auf $2^1/_2$ km Entfernung und bis in 430 m Höhe das Felsgerüst blossgelegt haben, auf einen Abbruch zurückführe, habe ich schon bei der Schilderung jener Insel erwähnt (S. 152).

Ob den Einbrüchen und, wenn solche überhaupt im äolischen Archipel existieren, den grösseren Absenkungen auch lokale Hebungen gegenüberzustellen sind, liess sich mit Sicherheit nicht nachweisen. Dass solche in vulkanischen Gebieten nicht so sehr selten sind, hätte schon die doppelte teilweise Erhebung der Nordostküste von Pantelleria[1]) in den Jahren 1890 und 1891 gelehrt, wenn nicht auch bei Gelegenheit von Vesuv-Ausbrüchen und der Eruption des Monte Nuovo im Jahre 1538 dergleichen beobachtet worden wäre. Vielleicht ist auf eine solche strichweise Erhebung die Vereinigung von Vulcanello mit Vulcano zurückzuführen, von der Fazello spricht; nach diesem Geschichtsschreiber soll die sie trennende Meerenge freilich im XVI. Jahrhundert durch die Ausbrüche der Fossa ausgefüllt worden sein. Ein anderes Ereignis dieser Art scheint auch auf den ersten Blick die Ursache dafür gewesen zu sein, dass sich die Geröllterrasse an der Nordküste von Salina auf eine Entfernung von $2^1/_2$ km um 20 m neigt und dann bei Malfa unter dem Meere verschwindet. Ich habe aber bereits früher darauf aufmerksam gemacht, dass man diese Erscheinung mit gutem Recht auch auf eine Veränderung der Küstenrichtung zurückführen kann (S. 84).

Die zerstörende und indirekt aufbauende Thätigkeit der Erosion.

Auf allen Inseln finden sich, manchmal bis in beträchtliche Höhen, die unzweifelhaften Anzeichen einer Abrasion durch die Meeresbrandung. Es ist eine altbekannte Thatsache, dass sich in der Tertiär- und Quartärzeit im ganzen Mittelmeergebiet eine mächtige Verschiebung zwischen Land und Wasser ereignete, dass noch in jüngster geologischer Zeit das Meer sehr beträchtliche, jetzt trocken liegende Gebiete bedeckt hat. Seine oft von Fossilien erfüllten Ablagerungen finden sich an der afrikanischen, sicilianischen und italienischen Küste, auf den griechischen Inseln und auf Cypern, wo ich pleistocäne Austerbänke noch in der Höhe von 280 m angetroffen habe. Das Sinken des Meeresspiegels ging nicht continuierlich vor sich, und die Folge dieses etappenweisen Zurückgehens der Brandung sind die Terrassierungen der felsigen Küsten. Am Aspromonte, dem den äolischen Inseln gegenüberliegenden calabrischen Gebirgsteil, sollen sich nach Cortese[2]) Terrassen bis in die Höhe von mehr als 1000 m beobachten lassen, und im allgemeinen soll es in Calabrien 4—5 solcher von Geröllen, Sand und Thonen bedeckter Stufen geben. Die sicilische Küste ist beinahe ringsum von solchen Terrassen umgeben, deren tiefste zumal im Nordwesten bei

[1]) A. Riccò, Terremoti, sollevamento ed eruzione sottomarina a Pantelleria. Ann. Uff. Centr. Meteorol. e Geodin. (2) Vol. XI Parte III. 1889. Sep.-Abdr. S. 11 ff. — Ein Zurücktreten des Meeres war z. B. bei den Vesuvausbrüchen von 79, 1631, 1698, 1714 bemerkt worden (nach Roth), und eine wechselnde Hebung und Senkung, als lokale Begleiterscheinung der vulkanischen Vorgänge in den phlegräischen Feldern hat auch Suess (Antlitz der Erde, II. 463 ff.) wahrscheinlich gemacht.

[2]) Descrizione geologica della Calabria, Roma 1895, S. 182 ff. Seguenza, Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio. Mem. R. Acc. Lincei. (3) VI. 1880, S. 336 ff.

Partinico weit in die mesozoischen Kalke eingenagt ist und nicht nur ein prachtvolles Fruchtland bildet, sondern auch hauptsächlich zu dem schönen Linienfluss der dortigen Landschaften beiträgt. Die quartären Ablagerungen sind dort reich an Fossilien, welche sich von den heute im Mittelmeer lebenden Nachkommen nicht mehr unterscheiden. Die durchaus vulkanische Insel Ustica lässt in zwei Terrassen (in ca. 115 und 30 m Höhe) eine so vorgeschrittene Abrasion erkennen, dass die letzten Reste ihrer basaltischen Vulkane, deren es mindestens zwei gegeben hat, kaum viel mehr als 100 m über die Terrassen emporsteigen. Es sei schon hier gesagt, dass dort die verlagerten Tuffe reich sind an quartären Fossilien deren Calcara[1]) 29 Arten aufzählt.

Auf den liparischen Inseln ist der Verlauf der Terrassen häufig durch die spätere Thätigkeit des sich zurückziehenden Meeres unterbrochen worden, und wenn es deshalb schon recht schwer fällt, auch auf einer so kleinen Insel wie Panaria verschiedene niveaubeständige Stufen auf weitere Erstreckung zu verfolgen, so will es erst recht nicht gelingen, eine einheitliche Terrassierung durch den ganzen Archipel hin nachzuweisen. Aber eben aus dem besagten Grunde wird man sich hüten müssen, etwa eine gesonderte Strandverschiebung für jede einzelne Insel anzunehmen. Wie schon früher die Brandung an der Zerstörung der kaum geschaffenen Terrassen gearbeitet und so manche der Strandstufen entfernt hat, so unterspült sie auch heute noch die ehedem weitausgedehnten Uferterrassen, bis sich schliesslich die Wogen an einer hohen ungestuften Felswand brechen. Die schönsten Beweise für ein solches Fortschreiten des Meeres sind der Scoglio Giaffante und die Pietra del Bagno; diese ist 500 m von der Küste Liparis, jene 150 m von der Felsküste Filicudis entfernt, beide tragen noch mächtige Conglomerate im Niveau der alten, breiten Uferterrasse, an deren Stelle jetzt das Meer getreten ist. Ein anderes hübsches Beispiel bietet die Cala di Junco auf Panaria.

Man hat an den Terrassen, entsprechend der zerstörenden und hinter der Brandung wieder ablagernden Thätigkeit des Meeres, zunächst eine geneigte Abrasionsfläche, darüber dann eine meist nicht sehr mächtige, oft aus gewaltigen Blöcken bestehende Lage von Strandgeröllen und endlich manchmal über 20 m mächtige, mehr oder weniger gut geschichtete Massen von meist wenig abgerollten Gesteinsbruchstücken, Lapilli etc., zu unterscheiden. Diesem letzteren Detritus sind nicht selten wiederum Bänke von Strandgeröll eingelagert. Die deutlichsten Terrassen liegen unter 100 m, es sind die zuletzt gebildeten, an deren Zerstörung das Meer gegenwärtig arbeitet. Die Abrasionsfläche selbst liegt dann meist nur in einer Höhe von 10—20 m. Die höchstgelegene deutlich nachweisbare Terrasse dürfte die sein, welche auf Lipari in einer Erhebung von ungefähr 400 m dem Nord-Westabfall des Monte St. Angelo vorgelagert ist; eine weitere sehr wichtige ist der Piano Conte (280 m) auf derselben Insel.

Die Inseln waren von jeher von allen Seiten her der freien Einwirkung hohen Wellengangs ausgesetzt. Bei genauerer Beobachtung zeigt sich indessen, dass nicht alle Vulkankegel in demselben Masse die zerstörende Thätigkeit des Meeres erfahren haben. So haben die basaltischen und basaltandesitischen Vulkane von Alicudi, Filicudi und der Monte Rivi viel mehr gelitten als z. B. der Monte Porri oder die andesitischen Vulkane Fossa delle Felci (Salina) und der Urkegel des Stromboli, oder gar der Monte Pelato, der Vulcanello und die

---

[1]) Descrizione geologica d'Ustica. Palermo 1842, S. 14 f.

Fossa di Vulcano. Schon daraus ergiebt sich ein willkommenes Moment für die Altersbestimmung der Kegel, welches in manchen Fällen die aus anderen, im allgemeinen noch sichereren Anhaltspunkten gewonnenen Schlüsse bestärkt. Schon nach dem Masse, in welchem sie durch das Meer gelitten haben, würden sich die liparischen Vulkane in eine Altersreihe zusammenstellen lassen.

Die Entstehung der meisten äolischen Vulkane fällt noch innerhalb, teilweise jedenfalls auch vor die Zeit, da das Meer um ein beträchtliches höher stand als gegenwärtig: damals bestand der Archipel aus einer grösseren Anzahl kleinerer Inselchen, die mit dem Zurückweichen des Wassers wuchsen und sich teilweise miteinander vereinigten. Ist schon die Zahl derjenigen Kegel, welche sich in allerjüngster Zeit gebildet und von Anfang an nicht oder nicht beträchtlich unter Wasser gestanden haben (thätiger Vulkan des Stromboli, Monte Pelato, Vulcanello, Fossa di Vulcano) nur eine geringe, so kann vollends nur für die Entstehung eines einzigen, nämlich des Vulcanello, — nicht ohne allen Vorbehalt — das Zeugnis der Geschichte beigebracht werden. An letzterem finden sich keine Anzeichen dafür, dass er oder der umgebende Lavensockel einmal vom Meere überflutet gewesen sei. In historischer Zeit kann also das Meer um die schon sehr frühzeitig besiedelten Inseln nicht merklich höher gestanden haben als jetzt und so drängt sich denn die Frage auf, ob sich nicht gegenwärtig überhaupt der Seespiegel nach oben verschiebe. So viel ich weiss, giebt es auf den Inseln keine antiken Bauten, welche gewissermassen als Pegel für eine positive Strandverschiebung dienen könnten.[1]) Gegenüber manchen Anzeichen aber wird man gleichfalls annehmen müssen, dass keine grössere Senkung des Meeresspiegels seit langer Zeit stattgefunden habe: gegen eine solche spricht z. B. das augenfällige Zurückweichen des Plateaurandes der Insel Basiluzzo (S. 62), die Seltenheit von Flachküsten und das steile Abbrechen der Bachrinnsale an der Nordküste von Salina (S. 84). Man braucht nichtsdestoweniger keine Senkung der Küste anzunehmen, welche im Widerspruch zu den an der italienischen Küste gemachten, die gleiche Frage berührenden Wahrnehmungen stünde.[2])

Die marinen Ablagerungen sind bis auf geringe Ausnahmen frei von Fossilien. Unterseeische Tuffe, die nicht durch die langsame Aufbereitung älterer Agglomeratlager entstanden sind, sondern die primär gelagerten Produkte eines vulkanischen Ausbruches darstellen, können höchstens vereinzelte Reste mariner Tiere einschliessen, vor allem aber müssen sie frei sein von solchen sesshafter Conchylien. Wo letztere sich in Tuffen vorfinden, handelt es sich offenbar um verlagertes, langsam zusammengeschwemmtes Material. Letzterer Art ist aber ein grosser Teil der marinen Sedimente auf den Liparen, und sie könnten deshalb gerade so reich an Fossilien sein, wie die ganz ähnlichen Tuffe an der Ostküste von Ustica. Wie schon Sartorius von Waltershausen[3]) bemerkte, herrscht heute noch im Meere

[1]) In Lipari selbst spricht man allerdings davon, dass der antike Hafen der Stadt ziemlich weit landeinwärts, etwa bis in die Nähe der bischöflichen Residenz gereicht habe, weil man dort einmal Vorrichtungen für die Befestigung von Schiffen gefunden haben will.

[2]) Süss (Antlitz der Erde, II. S. 464 ff.) hat den Nachweis erbracht, dass in Toscana sich seit etwa 2000 Jahren weder eine Senkung noch eine Hebung der Küste ereignet haben kann. An anderer Stelle sagt Süss: „Das ganze westliche Mittelmeer giebt keinen Anhaltspunkt, um Bewegungen der Strandlinie in historischer Zeit nachzuweisen; einzelne Vorkommnisse . . . . . . weisen mit Bestimmtheit auf sehr lang andauernde Ruhe.“ (l. c. II. S. 558.)

[3]) Aetna I. S. 81.

um die äolischen Inseln eine so grosse Armut an niederen Seetieren, dass man selbst nach einem Sturm kaum die eine oder andere Muschel oder etwa eine Echinoderme am Strande zu finden vermag. Sartorius schrieb das der Kalkarmut des Wassers zu, die aber auch an dem geologisch gleichartigen Ustica herrschen müsste. Ich glaube vielmehr, dass ebenso wie in früheren Zeiten auch heute noch die See durch Gasausströmungen für die sesshafte Tierwelt manchmal vergiftet wird, was eine reichlichere Vermehrung derselben zu allen Zeiten ausgeschlossen hat. Zu einer Zeit, wo z. B. die alten (primär gelagerten!) Tuffe des Monte St. Angelo von Schwefelwasserstoff haltigem Wasser durchschwängert waren und ihre Umwandlung erlitten, können unmöglich um die Insel Lipari sesshafte Seetiere gelebt haben. Ich erinnere ferner an die unterseeischen Ausbrüche bei Vulcano in alter und neuer Zeit, an die Caldaia, an die Sconcossi, an die Dampfausströmungen an der Küste von Vulcano, denen so oft eine Menge Fische zum Opfer fallen. Dass an der Küste von Ustica fossilführende Ablagerungen entstehen konnten, dürfte eben nur ein Beweis dafür sein, dass dort schon seit langer Zeit alle Aeusserungen des Vulkanismus aufgehört haben.

Abgesehen von den undeutlichen Pflanzenresten im unteren Bimsstein von Valle di Muria, den Dicotyledonenblättern im Quartär des Passo di Megna auf Salina, den verkohlten Resten in den braunen sandigen Tuffen in der Contrada Capparo auf Lipari und den geringen Vegetationsspuren im Tufflöss, finden sich pflanzliche Reste von Bedeutung nur in den Tuffen des Monte St. Angelo im westlichen Lipari, und tierische Versteinerungen sind überhaupt nur aus dem durch Kalkcement verhärteten Sand auf der Strandterrasse von Palmeto (Lipari) bekannt geworden. Alle Fossilien gehören Formen an, die heute noch in jenen Gegenden heimisch sind, weisen also nur in die Quartärzeit zurück.

Die erodierende Thätigkeit des fliessenden Wassers auf den Inseln bietet keinen Anlass zu weitergehenden Erörterungen. Die einzigen nie versiegenden Wasserläufe sind die heissen Bäche auf Lipari und einige, meistens sehr kärgliche, Schicciole benannte Quellen, von denen die von Stromboli die bemerkenswerteste ist. Die warme Quelle von Fuardo setzt etwas Eisensinter, die Therme von San Calogero ein Gemisch von Aragonit und Geyserit ab.

Von mehr Wichtigkeit ist die zerstörende Thätigkeit der durch die Regengüsse erzeugten Wasserläufe; es sei da zunächst erinnert an die tiefen, meistens wasserlosen Schluchten auf dem Plateau von Südvulcano und an den mindestens 30 m tiefen, ganz schmalen Kanal des Rio Grande, der alle Gewässer des Piano di Vulcano sammelt und hinter dem thätigen Vulkane dem Meere zuführt.

Wo sich auch nur kleine Wassermengen im Winkel gegen die Grenze zwischen hartem Gestein und lockerem Material bewegten, mussten sie an der widerstandsfähigeren Gesteinswand zurückprallen und dabei eine kleine Rinne ausspülen. Diese gewann an Breite und Tiefe und ward schliesslich zum Hauptabzugskanal für die Wässer der Umgebung. Wo ehedem z. B. ein Obsidianstrom von Bimsstein umgeben war, haben die Regenwässer an der Grenze beider tiefe, von oben her fast unzugängliche Schluchten ausgehöhlt und so kommt es, dass die bedeutendsten Thalbildungen Liparis sich an der Grenze zwischen den jungen Bimssteinen und den Obsidianmassen befinden. Solches gilt für die tiefen, die Forgia vecchia und die Rocche rosse beiderseits begleitenden Thäler und die grossartige Thalbildung des Cannetello: Diese letztere Schlucht ist 80 m tief und folgt in ihrem $2^1/_2$ km langen Verlauf genau der Stirn der alten Obsidianmasse des Monte Pelato, während die andere Thalwandung die jungen Bimssteine fast in ihrer ganzen Mächtigkeit aufschliesst.

Ich habe mich nun noch mit der abtragenden und aufbauenden Thätigkeit des Windes zu befassen. Die erstere ist zu allen Zeiten eine sehr intensive gewesen, und auf sie ist es zurückzuführen, dass schon früh manche Vulkane den Charaker frischer Aschenkegel verloren haben und seit langer Zeit ein rein felsiges Aussehen besitzen. Wegen des Windtransportes sind die den thätigen Kratern entstammenden Sande und Aschen sehr vergängliche Gebilde. Wiewohl zu Zeiten erhöhter Thätigkeit des Stromboli sich oft Monate, ja Jahre lang die mit zerspratzter Lava beladenen Dampfausbrüche in kurzen Zwischenräumen folgen, so ist die Verbreitung der Sande doch eine verhältnismässig so geringe, dass man strichweise von ihrem Vorhandensein kaum etwas bemerkt. Um so mehr Anteil nimmt der vulkanische, aus den Elementen des Basalts bestehende Sand an der Zusammensetzung des Strandes von S. Vincenzo, wo das Meer einen kleinen Teil dessen, was ihm Regengüsse und Wind zutragen, wieder ans Ufer spült. Auf Vulcano hat der Wind grosse Strecken rein gefegt von den Sanden, welche die Eruption 1888—90 geliefert hat; von den Aschen, welche noch in Lipari die Dächer fingerdick bedeckt haben, ist auf dem fast vegetationslosen Vulcano nichts mehr zu sehen, dagegen findet man ihre Spuren noch auf Lipari, wo sie im Graswuchse stellenweise vor der Wegwehung geschützt waren.

Schon seit langer Zeit haben die über die kahlen Gipfel gewehten Sande auf deren Gestein erodierend gewirkt. Auf dem Gipfel des Stromboli und nahe demselben, wo alle Vegetation schwindet, sind die Andesitfelsen teils blank poliert, teils zeigen sie eine deutliche Corrosion, Grübchen und Rinnen von wenig Millimetern Tiefe. Die letzteren sind durch scharfe Rücken von einander getrennt und erinnern nach ihrer Form im kleinsten Massstab manchmal an die Karrenfelder der Kalkalpen. Ganz ähnliche Erscheinungen sind allgemein auf Vulcano, sowohl in dessen südlichem Teil wie an der Lentia verbreitet. Einige Beobachtungen schienen mir dort anzuzeigen, dass die durch die Winderosion hervorgebrachten Rinnen auf der halbkreisförmigen Umwallung des südlichen Vulcano radial, also nach derjenigen Richtung verliefen, in welcher die mit Sand belastete Luft die geringste Reibung zu überwinden hatte, mithin der Anprall der schleifenden Partikelchen am ungeschwächtesten war. Ohne den wenigen Wahrnehmungen grösseren Wert beilegen zu wollen, möchte ich doch künftige Besucher der Insel anregen, auf diese Erscheinung ihre Aufmerksamkeit zu lenken.

Eine andere Erscheinung, die mit der Winderosion im Zusammenhang steht, ist die Aushöhlung von Gesteinen. Auf Panaria und am Monte Guardia auf Lipari, dort in einem ziemlich zähen Hornblendeandesit, hier in bimssteinartiger Liparitlava, fand ich Höhlungen von mehreren Decimetern Durchmesser, die nichts mit primären Gasblasen zu thun hatten, sondern, wie der darin erhaltene Grus bewies, vom Wind ausgeblasen waren. Die Blöcke waren oft so weit ausgehöhlt, dass der entstandene Hohlraum den grösseren Teil ihres Volumens einnahm. Ich lernte die gleiche Erscheinung später auch in dem etwas mürben Augitandesit der Montagna Grande auf Pantelleria kennen. Eine Grundbedingung für das Zustandekommen solcher Gebläsehöhlen ist eine, wenn auch noch so dünne Schutzrinde, welche nur da eine Zerstörung des Gesteins zulässt, wo sie verletzt ist. Der erste Anlass zu einer Vertiefung ist gegeben, wenn Sandkörner gegen eine solche offene Stelle des an weicherem Glase mehr oder weniger reichen Gesteins geblasen wurden, und zuletzt dient dann der losgebrochene, in der Höhle sich sammelnde Grus selbst als Schleifpulver.

Die erwähnte Schutzrinde war auf den verschiedenartigsten Gesteinen zu beobachten und zeigte sich gewöhnlich als ein sehr dünner, broncefarbiger Ueberzug. Manchmal besitzen

die offen zu Tage liegenden Blöcke oberflächlich nur eine grössere Härte als in ihrem Innern; während sich z. B. die Oberfläche mancher Blöcke des Monte Guardia (Lipari) mit dem Messer wohl noch ritzen, nicht aber aushöhlen lässt, setzt das frische Innere des Gesteins der Aushöhlung nur wenig Widerstand entgegen. Ein weiterer Schritt in der oberflächlichen Verhärtung jener Liparite äussert sich im Ansatz einer hellbraunen, später einer bronzefarbigen oder schwarzen Rinde, welche die Rauhheit des Gesteins oberflächlich verwischt und manchmal vom Wind poliert ist, während der bimssteinartige Bruch des Gesteins niemals eine derartige Glättung zugelassen hätte. Ganz ähnliche Rinden finden sich auch auf dem Leucitbasanit des Vulcanello, dem Basaltandesit von Vulcano, dem Andesit von Stromboli, der Montagnola von Filicudi u. s. w. Offenbar handelt es sich dabei um eine oberflächliche Zersetzung der mehr oder weniger glasreichen Gesteine: die in dem Glas enthaltene Kieselsäure wird dabei in Hyalit verwandelt, der einige andere, schwer lösliche Bestandteile, wie Eisenoxyd und Thonerde, wohl auch Manganoxyd, zurückhält. Mag von letzteren auch noch so wenig in dem frischen Gestein enthalten sein, in der oberflächlichen Verwitterungsschicht findet eine Concentration derselben statt, sofern sie in dem zersetzenden Agens unlöslich sind. Eine ganz ähnliche oberflächliche Verhärtung ist auch an den Tuffen der Fossa di Vulcano und den basaltischen Tuffen des Piano di Vulcano zu bemerken.

Unter den Sedimenten verdienen nun noch jene gelbbraunen, ungeschichteten, sehr einförmigen Massen, welche ich als Tufflösse bezeichnet habe, eine eingehendere Besprechung. Mit diesem Namen sollte zunächst ihr Aussehen und die Lagerungsweise gekennzeichnet werden, während er noch keine zureichende Erklärung ihrer Entstehungsweise in sich schliesst.

Auf Lipari sind gerade diese eigentümlichen Gebilde ein Hauptgegenstand meines Interesses gewesen, und ich konnte bezüglich ihrer Entstehung nur zu jener Erklärung gelangen, welche v. Richthofen für diejenige der weiten Lössgebiete Chinas gegeben hat: ich halte die Tufflösse gleichfalls für eine äolische Ablagerung. Sie besitzen ihre Hauptentwickelung auf Lipari und Salina, daneben sind sie auf Panaria gut zu beobachten und wohl auch auf Filicudi wiederzuerkennen. Nicht ganz sicher ist ihre Existenz auf Alicudi und dem südlichen Teil von Vulcano, sie fehlen scheinbar ganz auf Stromboli und im nördlichen und mittleren Teil von Vulcano, d. h. in der nächsten Umgebung der Fossa und auf dem Piano. Sie sind feinsandig und bestehen aus Krystallfragmenten und Schlackenpartikelchen, welche durch Eisenhydroxyd gelbbraun gefärbt sind; letzteres lässt sich durch Salzsäure leicht entfernen, und die Tufflösse von Lipari z. B. erhalten dadurch ganz das Aussehen der unveränderten grauen Sande des Monte St. Angelo. Kalkausscheidungen und überhaupt ein nennenswerter Gehalt an $CaCO_3$ waren nicht zu erkennen. Dann und wann enthalten die gelbbraunen Tufflösse auch Pflanzenreste.

Mehrfach finden sich Anzeichen dafür, dass die in Rede stehenden Ablagerungen dem zurückweichenden Meere folgten; so gab es auf Salina bereits Tufflösse, als die Pollaratuffe teilweise noch unter Wasser abgesetzt wurden. In höheren Horizonten treten jene im Liegenden dieser auf und führen verkohlte Pflanzenreste, nahe dem Meere ruhen die Pollaratuffe unmittelbar auf den quartären Strandablagerungen und wurden erst später vom Tufflöss überlagert. Auf Lipari beobachtet man mehrfach dunkelbraune, den Tufflössen ganz ähnliche, nur etwas grobsandigere Einlagerungen in den oberen Horizonten der verlagerten älteren Bimssteine. Sie enthalten etwas verkohlte Pflanzenreste und sind entweder als sandige Einwehungen in die damaligen Lagunen aufzufassen oder sie bezeichnen, was vielleicht

noch wahrscheinlicher ist, eine kurze Schwankung zwischen Wasser und Dünenstrand an der flachen Küste.

Die Ablagerung der Tufflösse geschah um die Zeit, als auf den meisten Inseln eine Ruhepause in der vulkanischen Thätigkeit eingetreten war. Einzelne, von der heutigen Küste abgetrennte Reste von Strandterrassen, wie ein solcher 500 m von der Küste Liparis in der Pietra del Bagno erhalten ist, lassen vermuten, dass die Ausdehnung der Inseln unmittelbar vor der Jetztzeit eine grössere gewesen sei als heute; vermutlich hat auch Lipari im Südwesten, Panaria im Nordwesten zum Schlusse der Quartärzeit viel durch Abbrüche verloren. Es steht nichts der Annahme im Wege, dass sich zu jener Zeit auf dem Archipel bereits eine reiche Flora entwickelt habe, wobei die Pflanzen, vor allem die niedrigeren, zu Staubfängern wurden, welche zum Teil festhielten, was der Wind zwischen ihnen von anderwärts entführtem Detritus liegen liess. So fand sich denn auch im Herbste 1894 im niederen Grase des Monte Guardia auf Lipari Asche des letzten Vulcano-Ausbruches, während ich auf der kahlen Hochfläche im Süden des Vulkans selbst keine Asche mehr gesehen habe.

Da, wo die Bildung der alten Tufflösse durch spätere Verschüttung eine Unterbrechung gefunden hat, lässt sich noch mancherorts die weitere Ablagerung solcher äolischer Sedimente auf der Oberfläche der Aufschüttung wahrnehmen. So sind am Ostabhang des Monte St. Angelo die jüngsten Bimssteine da, wo sie ein prächtiger Pflanzenwuchs überwuchert, von einer fussdicken Lage brauner Erde bedeckt, welche alle Aehnlichkeit mit dem Tufflöss vortäuscht. Unmöglich können diese eisenschüssigen Massen durch Verwitterung des fast eisenfreien Bimssteins entstanden sein, unmöglich sind sie auch in solcher Höhe (nahe dem Gipfel des Berges) angeschwemmt worden, sondern sie müssen angeweht worden sein. Etwas ganz ähnliches beobachtete ich auch auf dem Bimssteinkegel des Capo Miseno bei Neapel.

In seinem Werke über die Tertiärformationen bei Reggio erwähnt Seguenza[1]) als jüngste Abteilung des Quartärs die „Alluvioni antiche“ und kennzeichnet mit folgenden Worten ein um Reggio weit verbreitetes Gebilde, das er selbst mit dem Löss Mitteleuropas vergleicht: „In der Höhe sieht man häufig eine ziemlich mächtige, bloss aus bräunlichem, braunem oder schwarzbraunem Thon bestehende Ablagerung, welche in ihren verschiedenen Eigenschaften an den Löss Mitteleuropas erinnert. Diese Ablagerung ist ausgezeichnet in der Umgebung von Reggio entwickelt und lässt sich sehr gut auf der über der Stadt gelegenen Terrasse, wo der Friedhof liegt, studieren. Es zeigt sich diese Formation bis in beträchtliche Höhen über dem Meere; indessen tritt sie in jenen höher gelegenen Gegenden für gewöhnlich in isolierten Flecken auf, sowohl als Hangendes der verschiedensten Formationen, welche die Gipfel der Berge krönen, als sie auch die Hochterrassen bedeckt. Am besten ausgebildet aber ist die alluvione antica auf den tieferen und mittleren Terrassen: dort breitet sie sich weithin aus, indem sie die so zahlreichen und verschiedenartigen marinen Formationen verbirgt.“ Diesen Löss, der nach seinem ganzen Auftreten ganz an den Tufflöss der Liparen erinnert, hält Seguenza indessen, wie ersichtlich, für eine alluviale Bildung.

Recht bemerkenswert scheint mir auch das zu sein, was Johnston-Lavis[2]) über die oberste Schichtenfolge auf S. Stefano und Ventotène (Ponza-Inseln) mitteilt.

---

[1]) G. Seguenza, Le formazioni terziarie nella provincia di Reggio (Calabria). Mem. R. Acc. Linc. (3) VI. 1879—80, S. 342 ff. [2]) Notes on the Ponza Islands. Geol. Mag. (3) VI. S. 529 ff.

Es folgen sich auf S. Stefano von oben nach unten:

(a)	Breccia with vegetable soil and modern pottery together with made earth	1,50 m
(b)	Compact brown tufa with weathered pumice, probably an old vegetable soil	1,30 m
(c)	ditto, but not compact and containing concretions especially at bottom, where it is a little more sandy	1,10 m
(d)	two or three pumice-beds with intermediate ash beds irregularly interbedded and concretionary along fissures. etc.	

Auf Ventotène ist zu sehen:

(1)	Vegetable soil, rich in snail shells	—
(2)	Blown sand of powdered sea shells with many snails, chiefly Helix Cantiana. It is very full of concretions	4 m
(3)	Brown earth with concretions especially at bottom, often with bands of blown sand	7 m
(4)	Compact yellow tuff, used for carving into portable furnaces	4—7 m
(5)	Compact grey dust and pomiceous scoria with bands of loose pomiceous scoria in the middle.	

Als ich um Ostern 1898 die Inseln Pantelleria und Ustica besuchte, habe ich mich dort vergebens nach einer dem Löss ähnlichen Ablagerung umgesehen. Auf Pantelleria liegen die rauhen Pantellerit- und Basaltströme frei zu Tage, kaum dass es dort zur dürftigen Bildung einer Verwitterungskrume gekommen ist, und der dem Pflanzenwuchs günstigste Boden bleibt dort immerhin der im Centrum der Insel angehäuften Pantellerittuff. Auch der Ackerboden Usticas kann nicht mit dem Tufflöss Liparis verglichen werden. Wie oben gesagt, fand der hauptsächlichste Absatz der lössartigen Sedimente in unmittelbarem Anschluss an den Rückzug des Meeres statt und war auf eine bestimmte Epoche der Quartärzeit beschränkt. Alle Anzeichen sprechen für ein sehr jugendliches Alter Pantellerias, es kann deshalb auch nicht verwundern, wenn dort die Tufflösse fehlen. Für den Mangel der letzteren auf Ustica finde ich indessen nur folgende Erklärung. Der sehr alte Vulkanstock dieser Insel gipfelt heute in drei Erhebungen von 239 m (Monte Guardiola), 229 m (Guardia dei Turchi) und 157 m (Falconiera). Als auf den äolischen Inseln schon lange der Lössabsatz begonnen hatte, war Ustica noch völlig vom Meer bedeckt. Als später die beiden fast ganz felsigen Hauptgipfel als eine schmale etwa 80 m hohe Klippeninsel über den Seespiegel emporragten, war die 157 m hohe Falconiera immer noch eine unterseeische Klippe, die auch vom übrigen Inselkörper noch durch Wasser getrennt blieb, als bereits die 120 m-Terrasse im Süden trocken gelegt war. Die Falconiera aber stellt auf Ustica die einzige grössere Anhäufung lockeren vulkanischen Materials dar, welcher die Winde den Staub für eine kümmerliche Lössdecke hätten entnehmen können. Die eigentliche Lösszeit war auch auf den Liparen schon vorüber, als die untersten Terrassen ausgenagt wurden.

Bodenerhöhungen durch Anwehungen, wobei die Pflanzen als Staubfänger dienen, sind sicherlich eine allgemein verbreitete, aber vielleicht noch wenig gewürdigte Erscheinung. Woher käme sonst das Erdreich, das allenthalben, auch auf hochgelegenen Plätzen, alsbald die Ruinen alter Bauten unter dem Erdboden verschwinden lässt? Die antiken Bauten in der Umgebung Roms sind gewiss auf solche Weise unter einer schützenden Decke begraben

worden, als es zu Zeiten der Entvölkerung der Campagna niemand mehr gab, der sich derselben angenommen hätte. So ist z. B. die im Vergleich zu ihrer Umgebung hochliegende Via latina vor der Porta San Giovanni da, wo gegenwärtig die Ausgrabungen endigen, immer noch etwa 1 m hoch von Erdreich bedeckt, und G. vom Rath[1]) giebt nach Igino Cocchi[2]) eine Reihe anderer recht bemerkenswerter Angaben.

„Die Ebene des Arnothales hat sich in der Gegend von Florenz seit dem ersten Jahrhundert n. Chr. um 0,9 m erhöht, während die Thalsohle zur etruskischen Zeit 2,3 m unter der heutigen lag. Auf der Hochfläche von Arezzo liegt das mittlere Niveau der römischen Flur 4 m unter der heutigen, und noch tiefer lag die Flur zur Zeit der Etrusker. Durch die Eisenbahnbauten zwischen Rom und Fuligno wurde die alte Via Cassia aufgedeckt in einer Tiefe von 3 m unter der heutigen Oberfläche. Durch Herrn Nardi in Campiglia marittima wurde mir mitgeteilt, dass man beim Bau der Eisenbahnbrücke über die Cornia, nahe Piombino, in einer Tiefe von etwa 8 m auf das Pflaster der alten Via Emilia gestossen sei.“ Zweifellos sind solche Veränderungen zum grössten Teil auf Alluvionen zurückzuführen; wo sie aber auf Hochflächen statthatten, dürfte die Arbeit des Windes den grösseren Teil daran geleistet haben, und zwar in der angedeuteten Weise, dass der Pflanzenwuchs den Staub abfing.

Ueberblickt man die Summe der durch Wind und Wasser auf dem äolischen Archipel angerichteten Zerstörungen, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die abtragende Thätigkeit des Meeres bei weitem diejenige des fliessenden Wassers und der Deflation zusammengenommen übertrifft.

Zeitfolge der Ereignisse auf den liparischen Inseln, verglichen mit der Geschichte des Vulcanismus im übrigen Unteritalien.

Es ist nunmehr an der Zeit, einen Blick auf die Reihenfolge aller an der Gestaltung des äolischen Archipels beteiligten Geschehnisse zu werfen, diese in einer chronologischen Uebersicht zusammenzufassen und damit das hauptsächlichste Ergebnis aus meinen Untersuchungen zu ziehen. So gerne ich einen Ueberblick über die Entstehungsgeschichte der Liparen verbunden hätte mit einem solchen über die Vulkangeschichte Unteritaliens überhaupt, so unnötig ist es darauf hinzuweisen, dass es für letzteren Zweck noch vielfach an den notwendigen Grundlagen fehlt und dass bei aller Reichhaltigkeit der Litteratur über die italienischen Vulkane diese Aufgabe noch nicht gelöst werden kann. Eine genaue zeitliche Parallelisierung aller vulkanischen Vorgänge in Unteritalien wäre nur möglich an der Hand der allerjüngsten Geschichte des westlichen Mittelmeerbeckens, d. h. zusammen mit einem genauen Studium der Quartärformation jenes Gebietes.

Ein von vielen eingeschlagener Weg, um die gleichzeitige Entstehung zum Teil recht weit von einander abliegender vulkanischer Gebilde zu prüfen, besteht in dem Vergleich der von den Eruptionsherden geförderten Produkte. Oft hat man damit Glück; wie sich aber aus dem Studium der Liparen ergiebt, können auch auf kleinem Raum zu gleicher Zeit verschiedenartige Ergüsse stattfinden. Der Vergleich der Gesteine verschiedener

[1]) Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien I. Teil, I. Rom und Römische Campagna, Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. XVIII. 1867, S. 506 f.

[2]) Di alcuni resti umani etc. Memorie d. soc. ital. di Scienze nat. I. 1865.

Vulkane oder vulkanischer Provinzen kann nur als untergeordneter Behelf für die chronologische Vergleichung derselben dienen. Ein anderer Weg ist in den Altersspuren der vulkanischen Gebilde gegeben; von untergeordneter Bedeutung ist der Grad der Zerstörung durch fliessendes Wasser, von höherer das Mass der Abrasion durch das Meer, die sich im Mittelmeergebiet in einer Terrassierung der Ufer äussert. Von vornherein lassen sich demnach die am und im Meere gelegenen Vulkane in zwei Altersgruppen teilen: erstlich in solche, deren heute trockener Teil einmal ganz oder teilweise vom Meere bedeckt war, und zweitens in solche, welche stets in ihrem heute sichtbaren Umfang trocken gelegen haben. Es steht ausser Frage, dass die vulkanische Thätigkeit in Süditalien und Sicilien (samt den umliegenden Inseln) bis in die Pliocänzeit zurückreicht, vielleicht hat sie auch schon früher begonnen, indessen liegen, so weit ich erfahren habe, nirgends sichtbare Anzeichen für ein höheres als pliocänes Alter vor. Gelingt es aber auch, das Alter der Vulkaninseln festzustellen, so ist der Wert einer solchen Bestimmung doch nur ein beschränkter, wenn es sich darum handelt, aus ihr Schlüsse zu ziehen auf die Geschichte der tektonischen Veränderungen, welche den Vulkanen ihr Dasein gegeben haben; denn die ersten Anfänge eines aus mehr oder weniger tiefer See aufsteigenden Vulkans können erheblich älter sein als die überseeischen, uns zugänglichen Teile.[1])

Es handelt sich nun zunächst darum, möglichst genau die Zeit der ersten Anfänge der äolischen Vulkangruppe zu bestimmen. So weit meine Erfahrungen reichen, bietet sich hiezu kein entsprechendes Mittel, wie es z. B. am Vesuv oder am Aetna gegeben ist, wo die alten Laven und Tuffe Trümmer des jüngsten Tertiärgesteins ans Licht gefördert haben. Die in den äolischen Laven vorgefundenen Fremdlinge entstammen bis auf ein unbestimmbares Sandsteinfragment alle dem krystallinen Grundgebirge. Anhaltspunkte liefern indessen die vielerorts deutlichen, zum Teil bis in nicht geringe Höhe verfolgbaren Terrassen und einige wenige Fossilfunde auf denselben. Am besten geht die Altersbestimmung vom Monte St. Angelo auf Lipari aus, der zu den Gebilden von mittlerem Alter gehört. Deutliche marine Gerölle zeigen sich an seinem Abhange bis zur Höhe von mindestens 270 m; ich habe es aber für wahrscheinlich gehalten, dass das Meer dort noch grössere Höhe erreichte, und in der That besitzen die Tuffe des Berges, welche längs der Westküste so prächtig aufgeschlossen sind und in gleichmässiger Lagerung bis an den Rand des Plateaus von Castellaro, d. i. fast bis zur Meereshöhe von 400 m heranreichen, ganz das Ansehen mariner Sedimente, welche während einer ununterbrochenen Eruption des Monte St. Angelo sich abgesetzt haben. In sie eingeschwemmt sind die Pflanzenreste am Bagno secco und im Fuardo, deren reichliches Auftreten mit aller Bestimmtheit auf nahes Land — das kann wohl nur der Monte St. Angelo und der Monte Chirica gewesen sein — hinweist. Die in den Tuffen enthaltenen Reste gehören aber der jetzt lebenden südeuropäischen Flora an.

Werfen wir nun einen vergleichenden Blick nach dem 80 km entfernten, von Seguenza[2]) sorgfältig studierten Tertiär- und Quartärgebiet von Reggio!

Nachdem noch am Schlusse des Miocäns (während des „Messiniano“ Seguenzas) ein derartiger Rückzug des Meeres stattgefunden hatte, dass aus dem früheren Meeresboden eine

---

[1]) Ein Beispiel hierfür liefert der Monte Venda und seine Umgebung in den Euganeen. Nach Reyer soll die Thätigkeit des Vulkangebiets schon in der Jurazeit begonnen und bis in das Quartär fortgedauert haben. (Die Euganeen, Bau und Geschichte eines Vulkanes. Wien 1877, S. 88—91.)

[2]) l. c. S. 389 ff.

Sumpf- und Seenlandschaft geworden war, trat nach Beginn der Pliocänzeit das Hauptereignis der ganzen Tertiärperiode ein, nämlich eine gewaltige Verschiebung zwischen Wasser und Land, ein weites Uebergreifen des Meeres, verbunden mit einer tiefgreifenden Denudation. Hoch über den früheren Tertiärsedimenten, 1200 m über dem heutigen Meere, findet sich der Tiefseeschlamm des Zancleano (Unterpliocän), das altpliocäne Meer brandete um den Gipfel des 1958 m hohen Aspromonte, des grössten Berges des heutigen Südcalabriens. Die weitausgedehnten miocänen Ablagerungen verschwanden bei Reggio zum grossen Teil unter der vorrückenden Brandung, das heutige Bodenrelief stammt aus jener Zeit. Die gleichen Verhältnisse dauerten fort während des Astiano (Oberpliocän); auch die Sedimente jener Zeit sind Tiefseeablagerungen. Erst im Siciliano (Pleistocän) beginnt wieder der Rückzug des Meeres, dessen damalige Spuren sich immerhin noch bis in die Höhe von über 1000 m verfolgen lassen, und er hält an während der ganzen Quartärzeit. Die zahlreichen ausgezeichneten, den Westabhang des Aspromonte bis hoch hinauf abstufenden Terrassen tragen die Ablagerungen des Quartärs. Diese letzteren, das Saariano Seguenzas, lassen sich deutlich zwei Epochen mit verschiedener Fauna zuweisen. Das Saariano inferiore erreicht ein Niveau von 830 m und ist bei einer Mächtigkeit von über 200 m zumeist frei von Fossilien; indessen haben vereinzelte sehr reiche Fundpunkte 497 verschiedene Arten ergeben, von denen 8 ausgestorben, 9 verdrängt und erst wieder in den nordeuropäischen Meeren aufzufinden sind. Das Saariano superiore, das jüngere marine Quartär, vermochte Seguenza nur bis in Höhen von 250 m nachzuweisen; von den 515 gesammelten Arten sind ihm 310 gemeinsam mit dem älteren Quartär, 13 sind südlichere Formen und 50 leben überhaupt nicht mehr.

Wie Seguenza[1]) feststellte, treten nordische Formen bereits im Siciliano auf. Süss[2]) hat auf die hohe Bedeutung jener „nordischen Gäste“ hingewiesen, deren Einwanderung mit dem Eiszeitphänomen Nordeuropas im engsten Zusammenhang steht, wie zweifellos auch die grosse Ausdehnung des damaligen Mittelmeers die meteorologischen Verhältnisse der Umgebung stark beeinflusst haben muss.

Kehren wir wieder zurück nach den Liparen! Als zeitlichen Fixpunkt haben wir die letzten Ausbrüche des Monte St. Angelo betrachtet. Ihre Zeitlage ist bestimmt durch die Thatsache, dass das Meer mindestens bis zu 400 m und höchstens bis etwa 500 m gereicht habe. Es ergiebt sich also mit ziemlicher Bestimmtheit, dass die letzten Ausbrüche des Monte St. Angelo in der älteren Quartärzeit, wohl gegen Ende des Saariano inferiore, statthatten. Nach seiner ganzen Erhaltung, dem Grade der Abrasion und Erosion, steht dieser Vulkan zusammen mit den anderen Gebilden, welche durch andesitische Ergüsse ausgezeichnet sind. Es wird nun möglich sein, die jüngeren Gebilden zeitlich festzulegen. Viel schwieriger aber gestaltet sich die Aufgabe bei den mannigfachen älteren basaltandesitischen und basaltischen Vulkanen. Aber ich glaube, sie lässt sich auch hier durchführen. Den ältesten Resten hat man zweifellos die Basaltmassen der Timponi auf Lipari zuzuzählen, welche das Liegende der Tuffe des Monte St. Angelo bilden; sie waren bereits stark denudiert, als der letztere sie in einem ziemlich tiefen Meere mit seinen Auswürflingen überschüttete. Das in hohem Niveau brandende, im Rückgang begriffene quartäre Meer konnte dieselben damals noch nicht so weit zerstört haben; eine Denudation aber konnte vorher nur im Beginn der Pliocänzeit statthaben, als das Meer gegen das feste

[1]) l. c. S. 336. [2]) Antl. d. Erde I. S. 432 ff.

Land anstieg, um es dann während des ganzen Pliocäns als Tiefsee zu bedecken. Zu jener Zeit mögen auch eine Reihe anderer Vulkane zerstört worden sein, deren Reste da und dort, teilweise von den Fluten fast bedeckt, noch kümmerlich erhalten sind.

Ein Bedenken freilich drängt sich auf: warum findet man nirgends Ablagerungen des Zancleano, des Astiano oder des Pleistocäns? Noch schwieriger zu beantworten aber wäre jedenfalls die Gegenfrage: wie konnte in einem sich zurückziehenden Meere zuerst eine so intensive Abrasion und dann ein so ruhiger Tuffabsatz stattfinden wie er am Bagno secco thatsächlich stattgefunden hat?

Es ergiebt sich also weiters mit ziemlicher Sicherheit, dass die ersten sichtbaren Anfänge der äolischen Vulkangruppe bis über den Beginn des Pliocäns zurückreichen müssen.

Es war meine Absicht, in meine chronologische Vergleichung auch die Vulkangebilde des übrigen Unteritaliens aufzunehmen; ich habe dabei im Auge den Vesuv, die phlegräischen Felder samt Ischia, die Roccamonfina, den Monte Vulture, die Ponza-Inseln, den Aetna und dessen Vorläufer, Ustica, Pantelleria und Linosa.

Der Vesuvkegel ist zweifellos ganz junger Entstehung, wenn er auch nicht, wie allgemein angenommen wird, erst im Jahre 79 sich gebildet hat. Auch die Somma zeigt keine Spuren früherer Meeresbedeckung; ihre Unterlage besteht aus quartären Sedimenten, von denen Bruchstücke mit den losen Produkten des Vulkans emporgeschleudert worden sind. Guiscardi[1]) hat 94 Formen aus diesen Fragmenten bestimmt, von denen nur eine ausgestorben sein soll, während die Häufigkeit oder Seltenheit der übrigen ganz dem Charakter der jetzigen Mittelmeerfauna entspricht. Von nur geringem Wert ist die neuerdings wieder vorgenommene Bestimmung der Landpflanzen in den Sommatuffen, durch welche Meschinelli[2]) nur den Nachweis erbringen konnte, dass der Vulkan keinesfalls älter ist als das Pliocän. Lyell[3]) und Roth[4]) sind für die subaëre Entstehung der Somma eingetreten, ihnen hat sich auch Mercalli[5]) angeschlossen, und sie ist auch in neuerer Zeit nicht mehr ernstlich bestritten worden.

Die ältesten Produkte der Campi flegrei im engeren Sinne sind erhalten in dem fossilführenden hellen Posiliptuff, der dem jüngeren Quartär angehört; auf ihm ruht, als Gebilde des trockenen Lands, die Solfatara, und kaum viel älter als sie sind auch die übrigen über das Gebiet zerstreuten, zum Teil gut erhaltenen Krater. In eine viel frühere Zeit weist die Insel Ischia[6]) zurück. Ihr ältester Teil ist der Tuffberg des Epomeo, dessen Geschichte über die Quartärzeit zurückreicht; seit langem sind dort nämlich fossilführende Mergelablagerungen, „Creta“, bekannt, welche noch in einer Höhe von über 450 m am Epomeo anzutreffen sind, und deren Fauna Fonseca bestimmt hat. Die in der Creta erhaltenen Formen sollen zwar der heutigen Fauna des Mittelmeers entsprechen, indessen hier seltener geworden sein. Man hat es also wohl mit dem älteren Quartär oder dem Pleistocän zu thun.

Breislak glaubte beweisen zu können, dass auch die Roccamonfina noch in historischer Zeit thätig gewesen sei, dass sogar antike Gebäude unter ihren Aschen ver-

---

[1]) Fauna fossile vesuviana, Napoli 1856. Auch in Roth, Vesuv, S. 391—396. [2]) La flora dei tufi del Monte Somma. Rend. Acc. Sc. Napoli (2) IV. 1890. [3]) Principles, 11. Aufl. 1872. I. 637. [4]) Vesuv, S. XXXVIII. [5]) Vulcani 1883, S. 85 f. [6]) C. W. C. Fuchs, Die Insel Ischia. Min. Mitt., ges. v. Tschermak. 1872, S. 199 ff. — Memorie d. Com. geol. d' It. 1873. Mit Karte.

schüttet worden seien.[1]) Mit Recht hat Moderni[2]) darauf hingewiesen, dass es sich dabei nur um Verdeckung durch Alluvionen handeln könne; wann die Roccamonfina in Thätigkeit getreten ist, lässt sich nach seinen Wahrnehmungen nicht mehr feststellen, er hält es aber für ziemlich sicher, dass die letzten Ausbrüche stattfanden, als bereits die heutigen Flussläufe existierten.

Ueber die Entstehungszeit des Monte Vulture wissen wir aus Deeckes[3]) Untersuchungen nur so viel, dass dieser Vulkan jünger ist als die blauen Thone des Oberpliocäns, denen er unmittelbar aufzuruhen scheint.

Für die Bestimmung der oberen Altersgrenze der Pontinischen Inseln giebt es nur unsichere Hilfsmittel. Dölter[4]) hat zwei Gruppen unterschieden: eine ältere, deren Vulkan in der jüngeren Tertiärzeit thätig war (Ponza, Zannone und Palmarola) und eine jüngere (Ventotène und Santo Stefano), deren Eruptionsepoche wahrscheinlich in die ersten Anfänge der Jetztzeit falle. Sabatini[5]) will eine derartige Unterscheidung nicht gelten lassen; alle seien von junger Entstehung, und zwar scheint es ihm, als ob auf Ponza der Rhyolith submarin, der jüngere Andesit aber bereits über dem Wasser gefördert worden sei, was darauf schliessen lässt, dass die Thätigkeit der pontinischen Vulkane bis an das Ende der Quartärzeit gedauert habe. Dem widerspräche auch die früher von mir (S. 242) geäusserte Vermutung nicht, dass die zum Teil mächtigen braunen Tuffe, welche Johnston-Lavis auf der Oberfläche von Ventotène und Santo Stefano beobachtet hat, möglicherweise eine dem liparischen Tufflöss analoge Ablagerung sein könnten.

Mit der Altersbestimmung des Aetna hat sich Lyell[6]) wiederholt beschäftigt. Die fossilführenden Thone, welche bei Aci Castello begleitet sind von gleichalterigen vulkanischen Produkten, enthielten nach einer Bestimmung Deshayes (1828) unter 65 Arten 4 ausgestorbene, nach Philippi (1844) waren von 76 Arten 3, bei einer späteren Bestimmung (1858) von 142 Arten 8 Prozent ausgestorbene Formen. Danach kam Lyell zu dem Schlusse, dass der älteste Teil des Aetna älter sei als die Unterlage des Vesuv und dass sie etwa das Alter des englischen Norwich crag besitzen müssten. Er sagt weiter: „Was ihr Verhältnis zur Eiszeit anlangt, bin ich deshalb der Ansicht, dass die ältesten Ausbrüche des Aetna der Periode grösster Kälte in Mittel- und Nord-Europa vorausgegangen sind.“ Nach Sartorius und v. Lasaulx[7]) sind die ersten erkennbaren Reste ätnäischer Thätigkeit, nämlich die Cyklopen-Inseln, die Felsen von Aci Castello, die Küste von Aci Trezza, die Grotta delle Palombe bei Acireale und die Basalte des Val di Noto gleich alte und identische Bildungen und alle submariner Entstehung; sie halten es sogar für möglich, dass der alte Trifoglietto-Kegel noch bis zu ziemlicher Höhe vom Meer umspült worden sei, ohne indessen gewichtigere Gründe dafür beizubringen. Nach Baldacci[8]) sind die Basalte des Val di Noto überlagert von den Muschelbreccien des oberen Pliocäns; nach Wallerant[9]) sollen die vorätnäischen Gebilde gleichalterig sein mit den blauen Thonen des Astiano.

[1]) Voyages physiques et lythologiques dans la Campanie. I. Paris 1801, S. 87—88. [2]) Note geologiche sul gruppo vulcanico di Roccamonfina. Boll. Com. geol. 1887, S. 76 f. [3]) Der Monte Vulture in der Basilicata. N. Jahrb. f. Mineral. etc. VII. Beil. Bd. S. 556 ff. [4]) Die Vulkangruppe der Pontinischen Inseln. Denkschr. d. math.-naturwiss. Classe K. Ak. d. Wissensch. 1875. XXXVI. II. Abt., S. 185. [5]) V. Sabatini, Boll. Com. geol. XXIV. 1893, S. 240 f. [6]) Mode of origin of Mount Etna. Phil. Trans. 1858. II. Teil. S. 778. — Principles, 11. Aufl., II. 1872, S. 5 f. [7]) Aetna, II. S. 328 ff. [8]) Descrizione geologica dell'isola Sicilia 1886, S. 117, 299 ff. [9]) Sur l'âge des plus anciennes éruptions de l'Etna. Comptes Rendus d. l'ac. des sciences CXVI.

Man wird demnach am Aetna die drei Phasen in die spätere Pliocänzeit, das ältere Quartär und in die Jetztzeit verlegen dürfen.

Die basaltische Insel Ustica, welche geologisch noch zu den Liparen zu rechnen ist, zeigt eine so weitgehende Denudation, dass man sie sicherlich als eine der ältesten Vulkanmassen des tyrrhenischen Meeres anzusehen hat. Ihr Zustand entspricht ganz demjenigen der Basaltkegel von Alicudi, Filicudi und des Monte Rivi, mit denen sie ungefähr auf eine Altersstufe gestellt werden darf.

Pantellerias prächtig erhaltene Pantellerit-Ströme und -Krater, seine noch jüngeren Basaltbildungen, seine zahlreichen Spuren fortdauernder vulkanischer Kräfte und die von Zeit zu Zeit sich wiederholenden unterseeischen Ausbrüche in seiner Nachbarschaft sprechen für ein recht geringes Alter seiner Oberfläche. Nirgends finden sich auf letzterer, wie mir der beste Kenner der Insel, Herr Dr. Foerstner, zu bestätigen die Güte hatte, marine Ablagerungen von einiger Bedeutung. Foerstner schreibt den Pantelleritvulkanen der Insel ein quartäres Alter zu, während er geneigt ist, die basaltischen Eruptionen bereits in die prähistorische Zeit zu verlegen. Ich möchte glauben, dass beide sich in der allerjüngsten geologischen Epoche gebildet haben, indem ich im Gebiete der Mittelmeerinseln allgemein nur diejenige Zeit als Quartär bezeichne, aus der uns noch Hinweise auf ein höheres Meeresniveau erhalten sind. Wie mir der genannte Forscher ferner schreibt, finden sich einige Anzeichen dafür, dass vielleicht die älteren horizontalgelagerten und an den Steilküsten der Insel so gut aufgeschlossenen Andesit- und Tuffbänke unter Wasser abgelagert seien.

Auf eine wie lange Vergangenheit der Vulkanstock von Pantelleria zurückblickt, entzieht sich der Forschung; sicher ist, dass sich der weitaus grösste Teil der Insel in jüngster, teilweise vielleicht sogar erst in prähistorischer Zeit gebildet hat.

Eine so jugendliche Entstehung hatte man auch der zweiten im afrikanischen Meer gelegenen Vulkaninsel, Linosa, seit Calcara[1]) zugeschrieben. Trabucco[2]) hat indessen neuerdings gezeigt, dass am Meere ältere, submarine Tuffe anstehen, die stellenweise fossilführend sind, und kommt demnach zu dem Schluss, dass die Anfänge der Insel schon in der älteren Quartärzeit bestanden haben müssen. Die vier bis zu 186 m ansteigenden basaltischen Krater haben dann die jüngeren Produkte gefördert.

Die nachstehende Zeittafel soll die hauptsächlichsten vulkanischen Ereignisse des Archipels samt denjenigen des übrigen Unteritaliens zusammenfassen. Sie muss notwendigerweise mehr oder weniger meine subjektive Auffassung da wiedergeben, wo sicheres objektives Material fehlt. So weit es sich insbesondere in der nachstehenden Tabelle um ausserliparische Vulkane handelt, muss deren chronologische Vergleichung nur als ein Versuch betrachtet werden. Ich überschätze keineswegs die Wichtigkeit, welche in der Erkenntnis des Alters der Vulkane oder gar der Vulkaninseln liegt; immerhin aber bietet sie eines der letzten Mittel, um der Geschichte vieler tektonischer Veränderungen nachzugehen.

---

[1]) Calcara, Descrizione dell' isola Linosa. Palermo 1851. — Mercalli, Vulcani etc. 1883, S. 161 f.
[2]) L' isola di Linosa, studio geologico. Nota preliminare. Rass. delle Sc. geol. in Italia I.

Zeit		Meer	Stromboli	Panaria	Salina	Lipari	Vulcano	Filicudi	Alicudi	Vesuv und Phlegr. Felder. Roccamonfina	Aetna Ustica Pantelleria Linosa	Vultur. Ponza-Inseln
Frühpliocän und Miocän		zuletzt Denudation			I. Aeltere Basalte und Basaltandesite.							
			? Strombolicchio		Monte Rivi	? Timponi		? Alte Basaltmassen im Westen der Insel				
Spätpliocän		Tiefsee				Mazzacaruso M. Chirica	Urkegel	Fossa delle Felci	Basaltkegel	Epomeo, Ischia	Ustica, älteste Lav. d. Aetna	
Pleistocän	Siciliano	Meeresspiegel über 250 m				M. Rosa						? Vultur
Quartär	Saariano inferiore				II. Andesite.							
			Urkegel	Dattilovulk Hauptinsel	Alter Pollarakegel Fossa delle Felci	Monte St. Angelo Cordierit-andesit	Einsturz des Urkegels. Parasiten	Terrione Capo Graziano Montagnola	Einsturz Andesiterguss im Osten		Trifogliettokegel. Aeltere Bildung. auf Linosa	
					III. Jüngere Basalte, Andesit, Trachyt, Liparit und Dacit.							
						M. Guardia-Gruppe	Jüngste Basaltergüsse von Alt-Vulcano					Liparit d. Ponzainseln
	Saariano superiore	Meeressp. unter 250 m	1. Einsturz. Leucitbasanit- und Basaltergüsse. Tuffe d. Cima	Basiluzzo	Monte dei Porri					Posilip-Tuff		
				Ablagerung des Lösses auf dem trockengelegten Land.								
					Junger Pollarakrater	Monte Pelato Rocche rosse Forgia vecch.						? Andesit d. Ponzainseln
Recent	Prähistorisch	Keine nachweisbare Schwankung	2. Einsturz. Sciarra				Lentiakrater Einsturz der Lentia Fossa Faraglioni			Somma Vesuv Solfatara Rocca monfina (letzte Phase)	Pantellerit u. Basalt a. Pantelleria Basalt auf Linosa	
	Histor.						? Vulcanello			M. nuovo		

Bedeutung der Liparen für die Geschichte des westlichen Mittelmeers und seine Tektonik.

Die äolischen Inseln sind nicht sowohl wegen der Ausdehnung und der Vielartigkeit ihres Vulkangebiets, sondern besonders auch wegen seines hohen Alters die wichtigste vulkanische Provinz Süditaliens und dürften an Interesse kaum von irgend einer andern in Europa überboten werden. Die Geschichte ihrer zum Teil gewaltigen Vulkane reicht wohl zurück bis in die Epoche der grossen Gebirgsbildungen im Umkreis des Mittelmeers, sie haben die grosse Ueberflutung in der Pliocänzeit über sich ergehen lassen, die Eiszeit überdauert und bilden heute den Mittelpunkt eines der berüchtigsten europäischen Erdbebenfelder. Auf letztere Bedeutung hat schon L. v. Buch[1]) hingewiesen und in gleichem Sinne hat auch Süss[2]) die Geschichte des grossen calabrisch-sicilischen Erdbebens vom 5. Februar 1783 erörtert. Danach haben die Erschütterungen damals ihren Ausgang am Aetna genommen, der das Erdbeben gewissermassen durch eine Eruption eingeleitet hat, und pflanzten sich dann längs einer nach Norden gebogenen Linie bis in die Einsenkung von Nicastro-Catanzaro fort, um auf demselben Wege wieder zurückzukehren. Was innerhalb dieses Bogens lag, hatte unter dem Beben mehr oder weniger furchtbar gelitten. Die Linie aber soll einer wichtigen Bruchlinie entsprechen, die über den Westabhang des Aspromonte ungefähr an der Grenze des tertiären und krystallinen Gebirgs hinläuft und auch noch den nördlich des Aetna gelegenen Teil Siciliens umfasst. Nicht ganz in der Mitte dieses Schüttergebiets liegen die Liparen, auf deren dreistrahlige Anordnung als Ausdruck eines dreifachen Spaltensystems Süss unter Anlehnung an Hoffmann und Judd ausdrücklich hinweist. Weitere Beziehungen zwischen den Liparen und den süditalienischen Erdbeben bringt er in folgendem Satze zum Ausdruck: „Ausser dieser peripherischen Linie ist in dieser selben Region eine Anzahl anderer Stosslinien bekannt, welche strahlenförmig von den Liparen ausgehen, auf welchen die Erschütterungen, so weit die Erfahrungen reichen, meistens von den Liparen nach aussen gerichtet sind, und welche zum Teil die peripherische Linie kreuzen und über dieselbe hinausgehen, zum Teil aber, und zwar insbesondere in der Nähe des Aspromonte, an dieser zu enden scheinen.“ Das Erdbeben im November 1894 hat nach Baratta[3]) die von Süss umschriebene Ausdehnung des Erschütterungskreises bestätigt. Süss kommt nach allem zu folgendem Schlusse: „Man hat sich also wohl vorzustellen, dass in einem durch die peripherische Linie von 1783 abgegrenzten Raume die Erdrinde schüsselförmig sich einsenkt, und dass dabei radiale Sprünge entstehen, welche gegen die Liparen convergieren. Diese convergierenden Linien sind in der Nähe dieses Centrums mit vulkanischen Ausbruchsstellen besetzt. Jede Gleichgewichtsstörung der einzelnen Schollen verursacht gesteigerte vulkanische Thätigkeit auf den Inseln und Erschütterungen des Festlandes oder Siciliens.“[4])

---

[1]) Gesamm. Schriften III. S. 517.

[2]) Antlitz der Erde I. S. 110 ff. Vom einem Ausbruch des Vulcano um 1783, von welchem Süss hier spricht, ist mir nichts bekannt geworden.

[3]) Rivista geogr. ital. II.

[4]) Ohne mich weiter auf seismologische Erörterungen einzulassen, will ich hier meine Erfahrungen über das Herbsterdbeben von 1894, dessen Zeuge ich gewesen bin, wiedergeben, so weit davon die Liparen betroffen wurden. Meine auf Salina unmittelbar nach dem ersten Stosse geschriebene Aufzeichnung giebt als Zeit (16. November) 6 Uhr 55 abends an, also dieselbe Minute, zu der die Katastrophe in

Es steht zunächst so viel fest, dass die Bildung der liparischen Vulkane eine Phase in der Zertrümmerung der Erdscholle bedeutet, welche heute vom tyrrhenischen Meer bedeckt ist. Dass eine trockene Verbindung bis in die jüngere Zeit zwischen Afrika und Sicilien bestand, ist durch verschiedene Funde fossiler Säugetiere auf den heute isolierten Inseln wahrscheinlich geworden, sie hat erst neuerdings wieder durch Pohligs[1]) Untersuchungen an Interesse gewonnen, der nachweist, dass der Elephas Melitae, eine im Diluvium lebende Zwergrasse des im jüngsten Pliocän erscheinenden Elephas antiquus, sowohl in Sicilien wie auf Malta gelebt hat. Botanische und zoologische Beobachtungen ergeben ferner eine so nahe Verwandtschaft der sicilianischen Lebewelt mit der nordafrikanischen, dass man einen Zusammenhang der Insel mit der Nordküste Afrikas bis in ziemlich junge Zeit nicht wird leugnen können. Nach Kobelt aber soll zur Diluvialzeit zwischen beiden schon das Meer bestanden haben, denn „wirkliche Charaktertiere Nordafrikas finden sich weder unter der diluvialen, noch unter der heutigen Säugetierfauna Siciliens". Das Studium der Molluskenfauna des Aspromonte und das der grossen italienischen Insel hingegen führt Kobelt zu dem

---

Calabrien eintrat. Der Stoss äusserte sich am heftigsten auf Stromboli, auf Lipari und Vulcano. Auf Stromboli richtete er ziemlichen Schaden an; u. a. barst dort der Turm der kleinen Kirche, so dass er abgetragen werden musste. Auf Lipari verspürte man vier Erschütterungen, zwei sehr heftige um 6^{55} und 11^{45}, zwei schwächere um 10^{45} und 2 Uhr nachts. Der Schrecken der Leute war so gross, dass viele an den Hafen eilten; die Kathedrale auf dem Kastell trug eine schwere Beschädigung des Deckengewölbes davon. Weit schwächer war das Erdbeben auf Salina und Filicudi, und auf Panaria, das doch so nahe dem Centrum des Erschütterungskreises gelegen ist, wollte man überhaupt kaum etwas davon gemerkt haben. Ueber Alicudi habe ich keine Nachricht.

Die Wirkung des Erdbebens war auf den Liparen bei weitem nicht so bedeutend wie in Messina oder gar in dem so furchtbar heimgesuchten Calabrien.

Seit dem 16. November 1894 ging der Stromboli in den Zustand der Ruhe über, in welchem er sich zufolge den letzten Nachrichten bis Ende 1898 befand. Es gäbe diese Thatsache Veranlassung, die Frage zu erörtern, in wie weit Erdbeben auf die Thätigkeit der Vulkane den Einfluss ausüben, der zu allen Zeiten behauptet worden ist und den Humboldt in so weitem Umfang annahm, dass wir ihm heute, an die Beweise exakter Beobachtung gewöhnt, unmöglich mehr beipflichten können. (A. v. Humboldt, Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulkane. Berlin 1823, S. 13—15.)

Man hat sich in dem Erdbebenwinkel Süditaliens daran gewöhnt, bei jedem Erdbeben nach dem Stromboli als dem eigentlichen Uebelthäter zu sehen. So wird denn auch eine Steigerung seiner Thätigkeit berichtet von A. Kircher für 1638 (Mundus subterraneus I. praef. cap. II) von Ferrara für 1783 und 1823, (Campi flegrei della Sicilia S. 241 f. — Memoria sopra i terremoti della Sicilia in marzo 1823. Palermo 1823), von Conte Ippolito für 1783 (bei Hamilton, Philos. Transact. 1783, S. 213 f.) und von Grimaldi für dasselbe Erdbeben (citiert von Süss I. S. 113, 139). Dagegen erwähnt Bylandt-Palstercamp (Théorie des volcans II. S. 300), dass der Stromboli nach dem Erdbeben von 1832 „eingeschlafen" sei. Wie weit alle die erwähnten Gewährsleute vor einer strengen Kritik Vertrauen verdienen, vermag ich nicht zu entscheiden; jedenfalls würde ich den Aussagen des phantastischen Kircher und des sonst nicht sehr verlässlichen Bylandt nicht zu viel Wichtigkeit in einer Frage beilegen, die sich nur durch vorurteilslose und kühle Beobachtung entscheiden lässt.

Es verdient da noch besonders hervorgehoben zu werden, dass der Vulcano-Krater keinerlei Störung seiner Ruhe durch das Herbsterdbeben 1894 erlitten hat. Es hat niemand an ihm auch nur die geringste Veränderung wahrgenommen.

[1]) Eine Elephantenhöhle Siciliens etc. (Abh. bayr. Akad. math.-phys. Classe, XVIII. I. Abt. 1893.) — Zittel, Paläontologie IV. Bd. S. 470.

sehr bemerkenswerten Ergebnis, dass höchst wahrscheinlich schon seit der Miocänzeit keine landfeste Verbindung zwischen Sicilien und Calabrien mehr existiert habe.[1])

Bekanntlich spricht Süss die Meinung aus, dass „letzte Einbrüche“ noch in der allerjüngsten Zeit stattgefunden haben und er hält es nicht für unmöglich, dass sogar der Mensch — wenigstens im östlichen Mittelmeerbecken — noch Zeuge solcher gewesen ist.[2]) Als letzte Zeugen solcher Absenkungen zwischen Afrika und Sicilien sieht auch Foerstner[3]) die Vulkane von Pantelleria an, welche im afrikanischen Meere, rings umgeben von wenig tiefer See, ja sogar von Untiefen, aus einer 1000 m messenden Depression aufsteigen. Demgegenüber steht fest, dass die geotektonischen Ereignisse, welche die liparischen Vulkane ins Leben riefen, viel älter gewesen sein müssen, und wenn wir die Entstehung der vulkanischen Inseln nahe Neapel auf den gleichen Vorgang, nämlich auf die Bildung des heute vom südlichen tyrrhenischen Meer erfüllten Beckens zurückleiten, so weist auch dort das hohe Alter Ischias auf eine viel weiter entlegene Zeit als diejenige, zu der die trockene Verbindung zwischen Malta und Sicilien verschwand. Schon seit der älteren Quartärzeit dürften dann in der tyrrhenischen Scholle keine grossartigeren Verschiebungen mehr stattgefunden haben. Es giebt nach meiner Erfahrung im Gebiet der Liparen keine Zeugen für eine Hebung des Meeresniveaus in historischer Zeit und nur ganz unsichere Anzeichen für Strandverschiebungen lokaler Art. Auch lineare Absenkungen grösseren Umfangs, welche sich vielleicht in dem Gebiete ereignet haben, könnten sehr wohl auf dessen vulkanische Natur zurückgeführt werden; kleine Verschiebungen sind in dem Gebiet sehr selten zu beobachten, wenn man absieht von der sehr interessanten Bruchzone im südlichen Ringwall von Vulcano, die nur auf dessen andauerndes Einsinken zurückgeführt und als ganz lokales Phänomen aufgefasst werden können.

Die äolischen Inseln liegen nicht in der Mitte des tyrrhenischen Meeres, sie bezeichnen auch nicht dessen tiefste Stelle; sondern erst ausserhalb der Vulkanreihe Stromboli, Panaria, Salina, Filicudi, Alicudi und Ustica, welche getreu den Verlauf der gegenüberliegenden sicilisch-calabrischen Küste nachahmt, beginnt, wie Tafel II zeigt, der ziemlich rasche Uebergang in grössere Tiefen, weiter draussen aber verflacht sich dann der Seeboden so allmählich, dass erst südlich der Ponza-Inseln, 250 km NW von Salina, die grösste Tiefe von 3731 m erreicht wird. Diese Verhältnisse zusammen mit der von Süss umschriebenen Umgrenzung des süditalienischen Schüttergebiets lassen am ehesten einen bogenförmigen Staffelbruch an der sicilisch-calabrischen Küste vermuten, und am Rande der inneren Staffel lägen dann die genannten Inseln, welche zusammen eine Reihe bilden, die als die Ost-West-Reihe bezeichnet werden möge. Es verdient besonders hervorgehoben zu werden und ist aus der oben gegebenen chronologischen Tabelle ersichtlich, dass auf dieser West-Ost-Reihe die vulkanische Thätigkeit im allgemeinen von Westen nach Osten vorgerückt ist, oder, vielleicht vorsichtiger ausgedrückt, im Westen früher als im Osten nachgelassen hat.

Der dritte „Strahl“, die Nord-Süd-Reihe, nimmt vielleicht schon seinen Ausgang in der Secca del Capo, nordöstlich von Salina, wo das Meer nur 10 m tief über einer ziemlich ausgedehnten Untiefe flutet. Die Reihe verläuft ungefähr parallel zur calabrischen Küste

[1]) W. Kobelt, Studien zur Zoogeographie, II. Die Fauna der meridionalen Subregion. Wiesbaden 1898. S. 279—286. [2]) l. c. I. S. 437. [3]) l. c. S. 33.

bei Reggio und zur sicilischen Ostküste, deren Verlauf, wie die Strasse von Messina und der Aetna beweisen dürften, durch tiefere geotektonische Ursachen begründet ist. Bezüglich der ersteren, die allerdings in ihrem engsten Teil, dem eigentlichen, an seiner schmalsten Stelle kaum 4 km breiten stretto, nicht jener Hauptrichtung folgt, sondern der Linie Stromboli-Panaria-Salina parallel läuft, hat sich Cortese[1]) in sehr bemerkenswerter Weise geäussert. Auf Grund mehrfacher Erscheinungen, insbesondere des Auftretens von Quartärablagerungen zu beiden Seiten der Meerenge, schreibt er ihr ein vorquartäres Alter zu und führt ihre Entstehung ebenso wie auch die der calabrischen Steilküste bei der Scilla und bei Palmi auf einen mächtigen Einbruch zurück. Kobelt[2]) aber hält es für „mindestens sehr fraglich", ob seit der Miocänzeit noch eine trockene Verbindung Calabriens mit Sicilien bestanden habe.

Es liegen in der Nord-Süd-Reihe ausser der genannten Untiefe die beiden Vulkangruppen Lipari und Vulcano. Lipari aber ist unter allen Inseln diejenige, welche die bewegteste Vergangenheit zu verzeichnen hat, auf ihr häufen sich die Krater aus allen Zeiten — sie liegt nahe dem Schnittpunkt der beiden Reihen. Ich habe wiederholt mit Nachdruck darauf hingewiesen, dass die Nord-Süd-Reihe zugleich der Linie der Mehrzahl der jüngsten vulkanischen Durchbrüche in dem Gebiet entspricht; andererseits aber ist schon von vielen Seiten darauf hingewiesen worden, das der Vesuv, der Vulcano und der Aetna in einer fast geraden Linie liegen. Thatsächlich weicht die Linie Vesuv-Aetna nur um 6° von der Richtung Aetna-Vulcano ab, und die Reihe der jüngsten Durchbrüche auf den Liparen fällt so genau mit der letzteren zusammen, dass man auf Lipari vom Monte Pelato aus fast unmittelbar über dem Krater des Vulcano den mächtigen Schneekegel des Aetna erblickt! Sollte das nur ein Zufall sein?

Ich werde nunmehr zu der Frage nach dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein „vulkanischer Spalten", von denen ich bisher absichtlich niemals gesprochen habe, Stellung nehmen.

Ich habe keine Andeutungen dafür gefunden, dass sich die Verlängerung der Nord-Süd-Reihe im nördlichen Sicilien als ein Zug besonderer Störungen oder gar als eine „Spalte" verfolgen liesse. Hoffmann[3]) allerdings erwähnt ausdrücklich eine sehr schwefelreiche Fumarole am Capo Calava als die direkte Fortsetzung der Linie Campo bianco (Monte Pelato) — Monte St. Angelo — Monte Guardia — Vulcanello — Vulcano. Sie liegt, wie jetzt genauere Kartenaufnahmen ersehen lassen, 8 km westlich der Linie Aetna — Monte Pelato.

Eine Beziehung der liparischen Nord-Süd-Reihe, welcher die jungen Liparitvulkane Liparis und die basischen und sauren Produkte des nördlichen Vulcano angehören, zu der Einsenkung der Strasse von Messina, der sie fast parallel läuft, scheint mir zweifellos, und jene Linie gewinnt dadurch an Wichtigkeit, dass in ihrer geraden Fortsetzung der grosse Kesselbruch des Aetna gelegen ist. Solche Beziehungen aber lassen sich weder behaupten noch glauben, wenn man nicht gleichfalls davon überzeugt ist, dass ebenso wie jener tektonischen Störung, welche ich mit Cortese für einen mehr oder weniger komplizierten Einbruch halte, auch der Anordnung der Vulkane Bruchspalten zu Grunde liegen. Vor wenig Jahren wäre es nicht nötig gewesen, diese Meinung weiter zu begründen, denn sie entsprach einem seit L. v. Buch allgemein gewordenen Dogma, das, wie andere Dogmen

---

[1]) Sulla formazione dello stretto di Messina, Boll. R. Com. geol. 1882. [2]) l. c. S. 280.
[3]) Geogn. Besch. d. Lip. Inseln S. 86.

fleissig nachgesprochen und sehr selten diskutiert worden ist. Neuerdings aber hat sie heftige Gegnerschaft besonders seitens Brancos erfahren, der in einer vor kurzem erschienenen Abhandlung für die „Unabhängigkeit der Vulkane von präexistierenden Spalten" eintritt.[1])

Schon vor einigen Jahren hatte Branco mitgeteilt, dass das Basalt- und Tuffgebiet der schwäbischen Alb bei Urach, in welchem er eine ausgedehnte Maarlandschaft erblickte, keinerlei Spalten erkennen liess, auf welchen etwa die Eruptionen vor sich gegangen sein könnten. Bei aller genetischen Aehnlichkeit mit den südafrikanischen „Kopjes" schien hierin ein höchst wichtiger Unterschied gegenüber diesen zu liegen. Nach der mir vorliegenden Specialkarte des Gebiets sind die meisten Kopjes in Griqualand allerdings auf zwei ungefähr parallelen NW—SO streichenden Linien unterzubringen, wenn auch freilich die auf der südlicheren Linie gelegene Gruppe von Kimberley im kleinen keinerlei gesetzmässige Anordnung zeigt. Ausserdem aber hat der Bergbau ergeben, dass die Kimberlitbreccie von De Beers durchsetzt ist von Gängen, welche auch in die Karooformation übersetzen und deren Gestein dem Kimberlit sehr ähnlich, also wohl nur als Nachschub der merkwürdigen, diamantfördernden Eruption aufzufassen ist.[2]) Man könnte darin bei den südafrikanischen „Diatremen" Anhaltspunkte für das Bestehen von Spalten erblicken und jene Durchschlagskanäle als blosse, durch die Explosion entstandene Erweiterungen der letzteren betrachten.

Fraas[3]) hat neuerdings bestätigt, dass sich im Gebiete der schwäbischen „Vulkanembryonen" keine Spalten erkennen liessen, welche man mit diesen in Zusammenhang bringen könnte. Dies sei um so auffälliger, als auf der andern Seite des Neckars Brüche eine häufige Erscheinung sind. Nicht unwichtig aber ist folgende beiläufige Bemerkung Fraas' für denjenigen, der trotz allem das Auftreten der Uracher Basalte und Tuffe in Beziehung zur allgemeinen Tektonik des weiteren Gebiets bringen möchte: „Nur insofern lässt sich eine freilich ganz allgemeine Beziehung zwischen Tektonik und dem Uracher Maargebiet herausfinden, als der Vulkanherd in die Verlängerung, resp. das Streichen des Südrandes der Depression zwischen Schwarzwald und Odenwald fällt, ebenso wie das Ries in dem Streichen des Nordrandes dieser Einsenkung liegt." [4])

Branco zieht weiterhin die von Bücking neuerdings aufgenommen Basaltdurchbrüche der Rhön zum Vergleiche heran [5]) und stützt sich endlich auf die Beweiskraft der letzthin von Stübel und Geikie in dieser Hinsicht ausgesprochenen Ansichten.

Alphons Stübel, der Jahrzehnte seines Lebens dem Studium von Vulkanen gewidmet hat, ist vor einem Jahre mit einem grossen Werke[6]) hervorgetreten, worin er seine Gedanken

---

[1]) Neue Beweise für die Unabhängigkeit der Vulcane von präexistierenden Spalten. N. Jb. 1898 I. S. 175 ff. [2]) Stelzner, „Isis" 1893. Abh. 3, S. 8. Gürich, Zur Theorie der Diamantlagerstätten in Südafrika. Ztschr. f. prakt. Geol. 1897. S. 145 ff. [3]) Bei Branco, 1898, S. 180.

[4]) Nebenbei sei bemerkt, dass auch Gürich der Anordnung der Kopjes eine versteckte Beziehung zu der anderwärts nachweisbaren Tektonik Südafrikas zuschreiben will. Die Diatremenreihe soll die gleiche Richtung besitzen, wie die Staffelbrüche des Namaqualandes (l. c. S. 148).

[5]) Beiläufig sei darauf hingewiesen, dass Rinne (Ueber norddeutsche Basalte aus dem Gebiete der Weser und den angrenzenden Gebieten der Werra nnd Fulda. Jahrb. d. k. preuss. geol. Land.-Anst. 1897. Sep.-Abd. S. 39—44) gewisse mitteldeutsche Basaltschlote für nichts anderes hält, als für rundlich erweiterte Gänge, und dass vielleicht auch der vielgenannte Vulkanschlot des Meissner nach Rinne nichts anderes als einen solchen darstellen dürfte.

[6]) Alphons Stübel, Die Vulkanberge von Ecuador. Geologisch-topographisch aufgenommen und beschrieben. Mit einer Karte in zwei Blättern. Berlin 1897.

über den Vulkanismus mit der Zurückhaltung ausspricht, welche deutlich zeigt, dass auch er, einer der besten Vulkankenner, sich noch der weiten Lücken unserer positiven Errungenschaften auf diesem Gebiete bewusst ist. Er selbst misst seinen Darlegungen einen geringeren Wert bei, als sie wirklich besitzen: in der That scheinen mir Stübels theoretische Zusammenfassungen zum Wichtigsten zu gehören, was seit langem auf dem Gebiet der Vulcanologie und für die Kenntnis des kosmischen Vulkanismus geschrieben worden ist.

Nach Stübel[1]) haben im ersten Stadium der Abkühlung unserer Erde zahllose Magmaergüsse von so gewaltigen Dimensionen stattgefunden, dass die Durchfestigung der älteren noch lange nicht abgeschlossen war, als sich darüber neue Decken lagerten und so die Abkühlung jener unendlich verlangsamten. Auf solche Weise entstand die „Panzerung" der alten Erdkruste, welche eine grosse Zahl „peripherischer Herde" von verschiedenster Grösse und Ausdehnung einschliesst. Und diese peripherischen, in geringer Tiefe unter den Sedimenten liegenden, erschöpfbaren Herde sind es, aus denen das Material der heutigen Vulkane durch Abkühlung und, wie Stübel annimmt, damit zusammenhängende Ausdehnung des Magmas gefördert wird. Die Form und Ausdehnung dieser peripherischen Herde soll allein massgebend sein für den Umfang der Vulkangruppen und die Anordnung ihrer Glieder; dem Magma selbst aber wohnt die Kraft inne, sich den Weg nach der Erdoberfläche zu erzwingen, „für die Bahnung eines neuen Durchbruchs seitens des Magmas wird immer die Richtung des geringsten Widerstands massgebend sein, und diese Bedingung wird vielleicht **am häufigsten auf Gesteinsgrenzen** angetroffen, gleichviel ob dadurch der Weg zur Oberfläche kürzer oder länger ist."

Branco nimmt allein Bezug auf eine Stelle des Stübelschen Werkes, welche sich gegen die Annahme langer Bruchspalten wendet, längs der die südamerikanischen Vulkane nach einer oft ausgesprochenen, landläufig gewordenen Anschauung aufgebaut sein sollen; Stübels Abwehr gipfelt in dem sehr begründeten Satze:[2]) „Nach dieser Hypothese würden also sämmtliche Vulkanberge Südamerikas über einem in der Erdschale entstandenen Riss aufgeworfen sein, welcher sich von Columbia im Norden, durch ganz Ecuador, Perú, Bolivien bis nach Chile im Süden erstreckte. Leider entbehrt diese Hypothese aber jeder Begründung, die mit thatsächlichen Beobachtungen in Verbindung gebracht werden könnte; ihr Wert liegt allein darin, dass sie uns einmal recht deutlich vor Augen führt, wie Hypothesen entstehen können, die Jahrzehnte lang in Lehrbüchern als geheiligte Ueberlieferungen fortleben und durch deren Verallgemeinerung man der Wissenschaft auch noch einen ganz besonderen Dienst zu erweisen glaubt, oder ihr doch mindestens den Anschein verleiht, als könne sie bereits mit grossen, allseitig beglaubigten Zahlenwerten rechnen." Aus dem weiteren geht hervor, dass sich Stübel hier insbesondere gegen diejenigen wendet, welche z. B. St. Helena, Ascension, die Capverden, die Canaren, Azoren, Faröer und Island durch eine einzige Spalte verbinden möchten.

Auf Geikie, auf dessen Autorität sich Branco, wenigstens so weit ein Teil der Meinungen desselben in Betracht kommt, gleichfalls beruft, werde ich später zu sprechen kommen; einstweilen will ich nur sagen, dass ich während der Bearbeitung der Liparen zu ganz ähnlicher Ansicht gekommen bin wie jener beim Studium der britischen Vulkane.

---

[1]) l. c. S. 379 ff., S. 357, S. 367 ff., S. 395—397. [2]) S. 392.

Wenn wir uns nicht selbst täuschen sollen, müssen wir zugeben, dass auf keinem Felde der Geologie bisher so geringe Fortschritte gemacht worden sind, wie in der Erkenntnis dessen, was weiter als etwa zwei Kilometer unter unseren Füssen liegt. Ich unterlasse es gern, den vielen Theorien über den Vulkanismus eine neue hinzuzufügen; nur zur Frage, ob es Vulkanspalten giebt oder nicht, möchte ich das Wort ergreifen, indem ich dabei einen alten, nach meiner Ansicht aber nicht veralteten Standpunkt vertrete.

Zunächst hat bis heute keiner der Gegner der Spaltentheorie geleugnet, dass die Vulkane gern gebunden sind an tektonische Störungsgebiete; in der That sind die Beziehungen zwischen Gebirgsstörung, zwischen der Aufstauung der Faltengebirge, den Verschiebungen zwischen den Schollen und dem Hervortreten des Magmas so unleugbare, dass beide zu einander auch in genetische Abhängigkeit gebracht werden müssen und seit langer Zeit gebracht wurden. Es heisst das heute nicht mehr Landkartengeologie treiben; denn in zahlreichen Gegenden ist der Beweis von Störungen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit der Entstehung benachbarter Vulkane sich befinden, durch geologische Detailaufnahmen erbracht worden. Freilich ist auch in vielen Fällen oberflächlich kein solcher nachweisbar geworden.

Gestehen wir aber dem Magma die Kraft zu, sich selbst nach oben einen Ausweg zu brechen, wie dies Branco, Geikie und Stübel behauptet haben, so brauchen wir kein besonderes Gewicht darauf zu legen, dass die vulkanischen Spalten sich nach oben öffnen; die Möglichkeit solcher nur nach unten geöffneter Spalten aber ist an sich offenbar nicht abzuleugnen. Unsere Vorstellungen über die Tektonik der viele Kilometer dicken Erdkruste leiten wir ab aus unseren immerhin dürftigen Kenntnissen des obersten Teils derselben. Aber z. B. schon die Grubenprofile mancher genauer bekannten Kohlengrube sollten uns darüber belehren, dass die Tektonik der Tiefe eine sehr complicierte sein kann. Es dürfte an sich schon schwer sein, zu beweisen, dass jede von der Teufe her aufgerissene Spalte sich bis in die Peripherie der Erdkruste fortsetzen muss; ferner wird es in Gebieten mit Ueberschiebungen und Ueberfaltungen zahlreiche Fälle geben, wo die Vertikalprojektion einer unten klaffenden Spalte noch oben in ein scheinbar ganz ungestörtes Gebiet fällt.

Man wird einwenden, dass ich die Frage auf ein unzugängliches Feld hinüberspiele, wo man zwar mit Möglichkeiten rechnen, dagegen nichts zu beweisen oder widerlegen vermag. Als konkreten Beleg für meine Ansicht möchte ich aber die schon mehrfach erwähnte Linie der meisten jungen Vulkanbildungen auf Lipari und Vulcano anführen: sie macht sich auf Lipari zuerst bemerkbar am Monte Pelato, diesem folgt gegen Süden die Forgia vecchia, — den Schlossberg von Lipari und den Capistrello rechne ich ihr nicht zu — dann der Vulcanello, der alte Faraglioni-Vulkan und die Fossa samt dem in der gleichen Linie liegenden Parasitenkrater der Forgia vecchia. Ist die 12 km lange, geradlinige Aufeinanderfolge von sechs Vulkanen, die nicht etwa verschiedenen Perioden der vulkanischen Thätigkeit auf den Liparen angehören, sondern ausser dem Pollarakrater und der Sciarra auf Stromboli die einzigen Produkte der jüngsten Vulkanbildung darstellen, ein blosser Zufall? Und kann man sich eine solche reihenförmige Folge anders erklären als durch eine Spaltenbildung?

Auf Lipari müsste es möglich sein, dieselbe oberflächlich zu verfolgen; denn sie müsste in den älteren Gebilden des Monte St. Angelo und des spätquartären Liparitgebiets im Süden irgendwie bemerkbar sein. Aber nicht einmal Fumarolen bezeichnen ihren Verlauf; es

bleibt also nichts anderes übrig, als anzunehmen, dass die den Monte Pelato und die Fossa di Vulcano verbindende Spalte nicht bis an die Oberfläche reiche.

Ich will nun auf ein weiteres Bedenken eingehen, das sich mir des öfteren aufgedrängt hat: warum ruhen so häufig längs ausgesprochener Bruchlinien die Vulkane nicht dem Hauptverwerfer auf, sondern sind sie dem eigentlichen Bruchrande vorgeschoben? Sieht man z. B. bei Teplitz vom Hochplateau des sächsischen Erzgebirges hinüber nach dem formenreichen vulkanischen Mittelgebirge Böhmens im Süden, so dehnt sich zunächst zwischen dem Steilabsturze von Niklasberg-Eichwald und den Phonolithkegeln ein breites Gesenke aus. Warum lehnen sich jene Kegel nicht unmittelbar dem Steilhang an, unter welchem doch die Hauptverwerfungsspalte gelegen sein muss? Die Erklärung fällt wohl nicht schwer. Spalten, auf denen grosse Verschiebungen stattgefunden haben, und die erst durch die Auslösung solcher Spannungen entstanden, welche nur durch Brüche gehoben werden konnten, dürften überhaupt nur selten weit offen gestanden haben; der Druck der gegeneinander gepressten Schollen hat sie gleich nach ihrem Aufklaffen geschlossen gehalten. Die grossen Hauptverwerfer werden daher für eine massenhafte Förderung von Magma weniger Bedeutung haben. Jeder mächtige Spannungsausgleich in der Erdkruste führt aber zu einer Zerrüttung der den Bruchspalten zunächst liegenden Schollenteile; dort entstehen zahlreiche mehr oder weniger parallel verlaufende Klüfte, die sich durchaus nicht bis zur Oberfläche fortzusetzen brauchen, die auch lange Zeit offen stehen, ja sogar sich ruckweise erweitern können. Beispiele für solche klaffende Risse sind die Erzgänge, welche häufig als Doppelgänge, ferner in ihrer Cocarden- und Breccienstruktur die unzweifelhaften Anzeichen solcher successiver Spaltenerweiterungen an sich tragen. Jedem, der nicht auf Seiten der Lateralsekretionstheorie steht, bieten diese, bis in grosse Tiefen verfolgten Spalten den Beweis, dass der Gebirgsdruck durchaus nicht die Spalten zu schliessen braucht,[1]) wie man wohl auch angenommen hat.

Erzgänge und Magmaförderung sind aber sicherlich eng verwandte Erscheinungen; man kann die Entstehung der ersteren in sehr vielen Fällen bestimmt als den Schlussakt vulkanischer Thätigkeit auffassen. Auch die Erzgänge liegen vielfach nachweisbar in Zerrüttungszonen und parallel zu geotektonischen Hauptlinien, in seltenen Fällen aber auf den Hauptverwerfungsspalten des Feldes.

Nach alledem ist es begreiflich, dass die Vulkane nicht an die Zonen der intensivsten Störung, sondern an die die letztere begleitende Zerrüttungszone gebunden sind. Als solche Zerrüttungszonen, die weit hinein ins Land reichen, möchte ich auch jene Küstenstriche um den Stillen Ocean auffassen, welche klassische Gebiete des Vulkanismus bilden. Es wird kaum jemand behaupten wollen, dass die Vulkane einer längs der amerikanischen oder asiatischen Küste verlaufenden Spalte aufsitzen, und mancher, der von einer südamerikanischen oder mexikanischen „Vulkanspalte" sprach, hat darunter wohl nur die Summe einer Unzahl unter sich mehr oder weniger paralleler Spalten verstanden, die alle, gerade so wie z. B. die bolivianischen Erzgänge, einer wichtigen, durch den Verlauf der amerikanischen Westküste gekennzeichneten Störungslinie gleichlaufen. Mir erscheint es unmöglich, den Zusammenhang gerade zwischen jenen Vulkanreihen und der

[1]) Löwl meint, Vulkanspalten seien schon deshalb unmöglich, weil das in der Tiefe — nach Heim — plastische Gebirge sich sofort wieder zusammenschliessen müsse. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. XXXVI. 1886, S. 315.

Küstengestaltung des Stillen Oceans, als eines weiten Senkungsgebietes, in Abrede zu stellen, wenn auch die Entfernung der Vulkane von der Küste oft eine viel beträchtlichere ist, als man an der Hand kleiner Karten manchmal schlechthin annimmt.[1])

Obige Auseinandersetzungen gehen darauf hinaus, dass der Entstehung und Anordnung der Stratovulkane die innigsten Beziehungen zu geotektonischen Störungslinien zu Grunde liegen, dass sie über Spalten ruhen, dass indessen diese nicht oberflächlich wahrnehmbar, ja an der Oberfläche nicht einmal Störungen bemerkbar zu sein brauchen. Auf solche abyssische Spalten, welche dem Magma bis nahe an die Erdoberfläche den Zugang öffnen, hat man aus der reihenförmigen Anordnung vieler Vulkangruppen zu schliessen; diese letztere kann deshalb nach wie vor in manchen Fällen zur Auffindung wichtiger geotektonischer Linien in einem räumlich beschränkten Gebiete dienen.

Ich stehe mit meiner Meinung etwa auf demselben Boden wie der Erforscher der britischen Vulkane, Archibald Geikie.[2]) Derselbe fasst seine Erfahrungen in folgende Sätze zusammen: „Einige der bemerkenswertesten Gruppen heutiger Vulkane der Erde stehen in Reihen, als wenn sie sich längs solcher grosser Spalten erhöben. Die Spalte ist indessen nicht zu sehen, und ihr Dasein ist nur Gegenstand eines Wahrscheinlichkeitsschlusses.

„Es kann aber kein Zweifel sein, dass in einer grossen Anzahl von Vulkanschlünden aller geologischen Perioden keine Spur eines Zusammenhangs mit irgend einer Bruchlinie sich entdecken lässt. Solche Brüche mögen in der That in der Tiefe vorhanden sein und zum Aufsteigen der Lava bis in eine grössere oder geringere Entfernung von der Erdoberfläche gedient haben. Aber es ist sicher, dass vulkanische Kraft die Macht hat, durch den oberen Teil der Erdrinde und ohne das Vorhandensein irgend einer sichtbaren Spalte in derselben durch eigene Kraft sich einen Weg hindurchzublasen.“

„Dass in unzählbaren Fällen während vergangener geologischer Perioden ähnliche Vulkanschlünde sich geöffnet haben ohne die Hilfe von Bruchlinien, welche bis zur Erdoberfläche reichten, ist sicher gestellt durch die Thatsachen der Geschichte des Vulkanismus auf den britischen Inseln. So zahlreich sind in der That diese Fälle, dass sie

---

[1]) Der pacifische Ocean und die in ihm und um ihn liegenden Vulkane sind genetisch coordinierte Dinge. Es sollte eigentlich nicht mehr notwendig sein, von dem angeblichen kausalen Zusammenhang zwischen dem Vulkanismus und dem in die Tiefe der Erde eindringenden Meerwasser zu sprechen. Die nachstehenden Zahlen, welche die Entfernung einiger bekannterer Vulkane von der Küste angeben, werden am raschesten entscheiden, ob ihre Eruptionen durch die „Nähe“ des Meeres verursacht sein können. Die kürzeste Entfernung zum Ocean beträgt für den

*Antuco (Chile)	165 km	Antisana (Ecuador)	200 km	Popocatepetl (Mexico)	240 km
*Tocanao (Chile)	285 „	Cotopaxi „	200 „	*Jorullo „	85 „
Sajama (Bolivia)	170 „	V. de Agua (Guatemala)	50 „	M. Shasta (Ver. Staaten)	155 „
Misti (Peru)	110 „	*V. de Fuego „	50 „	M. Rainier „	180 „
Pichu Pichu (Peru)	100 „	Tajumulco „	75 „	M. Elias (Alasca)	30 „
*Sangay (Ecuador)	250 „	Tacaná „	60 „	*Asamajama (Japan)	100 „
Chimborazzo (Ecuador)	185 „	P. de Orizaba (Mexico)	110 „	*Fusiyama „	23 „

Die mit * bezeichneten hatten noch in den letzten Jahrhunderten Eruptionen.

[2]) Arch. Geikie, The ancient volcanoes of Great Britain. 2 Bände. London 1897. Da mir das Original nicht zugänglich ist, gebe ich die betreffenden Stellen in der Uebersetzung durch Branco wieder. (Referat im N. Jahrb. f. Min. etc. 1898. II. S. 37 ff.)

als Beweis dafür dienen können, dass, wenigstens bei dem Puy-Typus der Vulkane, die heutigen Kanäle der Regel nach eher durch Explosionen ausgeblasen worden sind, als dass Spalten bis an die Erdoberfläche sich aufgethan hätten."

Dass im Beginn einer jeden Kraterauf schüttung der Vulkanschlot „ausgeblasen" worden sei, wird von Branco und Geikie mit Nachdruck behauptet. Ich selbst habe, wie ich früher schon eingehend auseinandersetzte, auf den Liparen nirgends die Spuren solcher Explosionen gefunden; vielmehr sprach alles dafür, dass am Stromboli wie am Vulcano die Wiederaufnahme einer abgeschwächten vulkanischen Thätigkeit über Bruchfeldern stattgefunden hat. Doch liegt es mir fern, mich ohne Kenntnis der von den genannten Forschern gründlich untersuchten Gebiete zu ihnen in einen Gegensatz in dieser Frage zu stellen.

Sehr schwer ist freilich die Antwort darauf, wie jene Explosionen zustande kommen konnten, welche nach Branco die 800 m langen, oft sehr engen Durchschlagskanäle erzeugten. Auch hier böte die Annahme abyssischer Spalten einige Hilfe; wir könnten uns vielleicht vorstellen, dass das Magma, von Uranfang der Erde an beladen mit Gasen, welche es während der Condensation des Dampfballes absorbierte, in den verhältnismässig engen Spalten sich abkühlte, zu irgend einem Tiefengestein erstarrte, während die sich abscheidenden Gase mehr und mehr in den durch die Krystallisation und Kontraktion entstehenden Hohlräumen zu höchster Spannung komprimiert wurden. Rechnerisch lässt sich der Vorgang nicht verfolgen, da, so viel ich weiss, bisher noch keine Kenntnisse über die Menge des im Magma gelösten Gases vorliegen.

Ich halte es für das Wahrscheinlichste, dass die liparischen Inseln über einem System von Spalten liegen, gleichgültig ob dieselben nach oben geöffnet oder geschlossen sind, und dass diese zahlreiche Menge von gruppenweise annähernd gleich gerichteten Rissen sich zu einer Zerrüttungszone von dreistrahliger Gestalt zusammenschaart. In der Mitte der Inselgruppe, im Durchschnitt der Nord-Süd- und der Ost-West-Reihe ist die Zerrüttung am stärksten, und dort haben die zahlreichsten Vulkanbildungen stattgefunden. Die Zerrüttung steht wohl in erster Linie im ursächlichen Zusammenhang mit dem Zusammentreffen der schief zu einander verlaufenden Streichlinien des nordafrikanischen und des italienischen Gebirgszugs; es fand hier eine Interferenz zweier verschiedengerichteter Auffaltungen und notwendiger Weise eine Zertrümmerung der von zwei Seiten gepressten Scholle statt. In zweiter Linie sind die Entstehung der äolischen Inseln und der Küstenverlauf der Tyrrhenis miteinander eng verknüpft, aber einander coordiniert. Die äolischen Vulkane bezeichnen ein Bruchfeld, dessen Entstehung der Hauptsache nach sicherlich in die Miocänzeit zu verlegen ist. Mindestens der Aetna, wenn nicht auch der Vesuv, dürften genetisch zu den Liparen in engster Beziehung stehen.

Die Produkte der liparischen Vulkane. — Ueberblick über die Petrographie des Gebiets und die chemischen Wandlungen seines Magmas.

Es erübrigt nun nur noch eine Uebersicht über die Chemie der vulkanischen Produkte des Gebiets. Dieselbe hat sich zu erstrecken auf die gasförmigen (Fumarolen-) Produkte und auf die Gesteine (geflossene Laven und Auswurfsprodukte).

Was erstere anbelangt, so bietet nur ein Rückblick auf die Produkte des Stromboli und der Fossa di Vulcano ein hervorragenderes Interesse. Wasserdampf, Schwefelwasserstoff, Schwefel und Oxyde des Schwefels und Salmiak bilden an beiden wichtige Bestandteile der geförderten Gase. Dazu kommt auf Vulcano noch die Borsäure. An beiden Vulkanen haben sich ausser Kalium- und Natriumchlorid die Chloride von Kupfer, Nickel und Zinn nachweisen lassen und besonders vielartig ist die Reihe der Elemente, welche Cossa in den Fumarolenabsätzen auf Vulcano aufgefunden hat. Neben Blei und einer Anzahl anderer interessanter Körper (wie Jod, Selen, Tellur) fand Cossa fast alle Elemente, welche auf den „reinen Zinnerzgängen“ eine so merkwürdige Erscheinung sind: nämlich Lithium, Zinn, Wismut, Bor, Phosphor, Arsen und Fluor. Es verdient dabei noch besonders bemerkt zu werden, dass diese Kombination auf Vulcano gerade so an ein saures Gestein (Dacit) gebunden ist, wie die Zinnerzgänge des Erzgebirges (an Granit). Gold und Silber, die z. B. in Siebenbürgen (Verespatak) so eng an Dacit geknüpft sind, wurden bisher auf Vulcano nicht nachgewiesen.

Die Beschreibung und die Diskussion der Chemie der liparischen Gesteine würden allein eine Abhandlung für sich ausfüllen; eine zusammenfassende Schilderung der petrographischen Verhältnisse des Archipels, welche eine geraume Zeit in Anspruch genommen hätte, lag zunächst noch ausserhalb meiner Absicht. Sie bleibt einer späteren Arbeit vorbehalten.

Indessen gestatten die allenthalben durch die vorliegende Abhandlung zerstreuten Charakteristiken und vor allem die teils älteren, teils auf meine Anregung von verschiedenen Seiten ausgeführten Gesteinsanalysen schon jetzt alle Einzelheiten der petrographischen Beschaffenheit des Gebiets und alle Veränderungen zu überschauen, welche sich im Laufe der Zeiten in der chemischen Zusammensetzung der Magmen vollzogen haben.

In allgemeinen Zügen sind alle diese Verhältnisse schon aus der S. 250 mitgeteilten chronologischen Tabelle zu ersehen, sie werden noch deutlicher aus der meinen geologischen Karten beigefügten Farbentafel; dennoch halte ich es für angemessen, nebenstehend eine tabellarische Uebersicht über alle bisher ausgeführten Gesteinsanalysen zu geben, in welcher ich alle untersuchten Vorkommnisse zusammengestellt und bei jeder Insel nach dem Alter geordnet habe.

Uebersicht über die chemische Zusammen-

Ein * vor dem Namen des Analytikers bedeutet, dass die Analyse

Nro.	Gestein	Fundort	Analytiker	Besproch. Seite	Bestand-				
					SiO_2	P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO
		I. Stromboli.							
1	Andesit	Gipfel des Urkegels	Abich	19	61,78	—	—	—	—
2	Basalt	S. Bartolo	*Bergeat	21	52,75	—	—	—	—
3	Leucitbasanit	280 m oberh. d. Semaforo	*Glaser	21	51,35	—	—	—	—
4	Basalt	Kraterboden 1836	Abich	44	50,25	—	13,09	—	10,55
5	Basalt	Lava von 1891	Ricciardi	44	50,00	0,71	13,99	5,13	9,10
6	Basalt	Asche von 1891	Ricciardi	44	50,15	0,67	12,03	9,07	6,53
7	Basalt	Sciarra, Lava	*Glaser	44	50,55	0,67	16,58	8,18	—
8	Basalt	**II. Strombolicchio.**	Abich	49	53,88	—	12,04	—	9,25
		III. Panaria.							
9	Hornblende-Andesit	Helle poröse Varietät	Abich	59	64,37	—	—	—	—
10	Hornblende-Andesit	Dunkle dichte Varietät	Abich	59	61,39	—	—	—	—
11	Hornblende-Andesit	Pizzo del Corvo	*Glaser	59	66,11	—	12,10	7,74	—
		IV. Basiluzzo.							
12	Liparit	Bimssteinlava d. Plateaus	Abich	61	69,87	—	—	—	—
13	Liparit	Bimssteinlava d. Plateaus	*Glaser	61	70,10	—	—	—	—
14	Liparit	Obsidian der Basis	*Glaser	61	72,19	—	12,56	3,65	—
15	Glimmer u. Hornblendeführender Pyroxenandesit	**V. Lisca nera.**	Abich	65	57,67	—	11,94	6,41	—
		VI. Salina.							
16	Basalt	Ganggestein des M. Rivi	*Bühner	76	51,48	—	—	—	—
17	Pyroxenandesit	Fossa delle Felci, Valle di Chiesa	*Glaser	73	60,29	—	—	—	—
18	Basalt	Monte dei Porri, Lava von der Valle della Spina	*Glaser	74	54,09	—	—	—	—
19	Basalt	Monte dei Porri, Lapilli	*Glaser	74	53,96	—	—	—	—
20	Glimmerhornblende-Andesit	Pollara-Bimsstein	*Bühner	79	65,18	—	—	—	—
21	dasselbe	Pollara-Bimsstein	*Postius	79	65,78	—	—	—	—
		VII. Lipari.							
22	Basalt	Gipf. d. Timp. dell'Ospedale	*Mumme	94	53,74	—	14,71	7,95	—
23	Basalt	M. Chirica b. Acquacalda	*Sand	96	53,40	—	12,73	11,28	—
24	Basalt	M. Rosa, Pizzo Campana	*Glaser	98	55,20	—	—	—	—
25	Pyroxenandesit	M. St. Angelo, SW. Kraterrand	*Glaser	99	58,22	—	—	—	—
26	Pyroxenandesit	M. St. Angelo, S. Margherita	*Keil	99	56,54	—		25,70	
27	Granat-Cordierit-Andesit	C. Varesana	*Glaser	102	[59,31	0,40	16,95	—	8,07
		Dasselbe auf die Substanz bei 100° berechnet			60,57	0,41	17,31	—	8,25
28	Liparit	M. Guardia	Abich	108	[68,35	—	13,92	2,28	—
		Dasselbe nach Abzug des grösstenteils aus S und SO_3 bestehenden Glühverlusts			71,68	—	14,60	2,39	—

setzung der liparischen Gesteine.

auf Veranlassung des Verfassers vorgenommen worden ist.

teile									Bemerkungen	Nro.
MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Wasser bei 100°	Glühverlust	Sonstiges	Summe		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
—	—	—	—	—	—	—	—	—		2
—	—	—	—	—	—	—	—	—		3
0,38	9,43	11,16	4,92		—	—	—	99,78	Spez. Gewicht 2,8868.	4
0,42	4,06	10,81	3,02	2,87	—	0,24	Cl Spur, SO_3 Spur	100,35		5
0,82	3,88	10,52	3,08	2,77	—	0,24	Cl 0,06, SO_3 0,64	100,46		6
—	6,10	11,45	3,15	3,16	—	0,06	—	99,90	War mit 0,29 % Seesalz imprägniert.	7
—	8,83	7,96	4,76		—	2,78	—	99,50	Spez. Gewicht 2,9641.	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spez. Gewicht 2,6754.	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spez. Gewicht 2,7225.	10
—	1,70	4,09	2,86	2,73	0,08	2,11	—	99,52		11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Spez. Gewicht 2,4787.	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—		13
—	0,85	2,52	3,35	4,41	0,08	0,40	—	100,01		14
Mn_2O_3 0,30	7,02	7,72	—	—	—	—	—	91,06	Spez. Gewicht 2,7752.	15
—	—	—	—	—	—	—	—	—		16
—	—	—	—	—	—	—	—	—		17
—	—	—	—	—	—	—	—	—		18
—	—	—	—	—	—	—	—	—		19
—	—	—	—	—	—	—	—	—		20
—	—	—	—	—	—	—	—	—		21
—	7,06	11,40	—	—	—	—	—	94,86	Alkalien nicht bestimmt.	22
—	2,62	12,08	8,40		—	—	—	100,51		23
—	—	—	—	—	—	—	—	—		24
—	—	—	—	—	—	—	—	—		25
—	2,66	6,88	—	—	—	—	—	91,78	Alkalien nicht bestimmt.	26
—	1,65	4,30	1,59	3,42	2,10	2,64	—	100,43]		27
—	1,69	4,39	1,62	3,49	—	2,70	—	100,43		
—	2,20	0,84	4,29	3,24	—	4,64	—	99,76]		28
—	2,31	0,88	4,50	3,40	—	—	—	99,76	Spez. Gewicht 2,5671.	

Nro.	Gestein	Fundort	Analytiker	Besproch. Seite	Bestand-				
					SiO_2	P_2O_5	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO
29	Liparit	Capistrello	*Glaser	108	74,23	—	—	—	—
30	Liparit	Fossa di Lazzaro	*Glaser	108	73,05	—	—	—	—
31	Obsidian	Forgia vecchia	*Glaser	111	74,37	—	12,65	2,58	—
32	Obsidian	Cannetello	*Glaser	118	74,53	—	13,60	2,18	—
33	Obsidian	Rocche Rosse?	Abich	116	74,05	—	12,97	2,73	—
34	Bimsstein	Monte Pelato	Abich	116	73,70	—	12,27	2,31	—
35	Obsidian	Valle di Canneto	*Glaser	112	74,31	—	—	—	—
		VIII. Vulcano.							
36	Basaltandesit	Molo delle Femmine, Gang	Ricciardi	159	55,75	—	—	—	—
37	Basalt	Punta Luccia	Ricciardi	159	53,04	0,56	13,06	8,19	2,40
38	Liparit (Obsidian)	Lentia	*Glaser	162	70,38	—	—	—	—
39	Trachyt mit Olivin	Südabhang d. Fossa (Grotta dei Palizzi)	*Heidepriem	166	59,48	—	16,87	8,55	—
40	dasselbe	desgl.	*Henle	166	58,97	—	18,55	7,80	—
41	Liparit (Obsidian)	Pietre Cotte	Ricciardi	169	73,64	0,34	15,07	—	1,63
42	Obsidian	In der Fossa anstehend	Abich	178	70,50	—	—	—	—
43	? Dacit	Bombe d. Fossa 1873	Baltzer	183	73,79	—	3,78	13,81	—
44	Dacit	Asche d. Fossa von 1873	Baltzer	184	73,08	—	—	—	—
45	Zersetzter Dacit	Asche d. Fossa v. 7. IX. 1873 („Tridymitasche" Baltzers)	Baltzer	184	89,81	—	2,32		—
46	Zwischen Andesiten u. Pantelleriten schwankend	Auswürflinge der Fossa-Eruption v. 1888 – 1890	Ricciardi	188	69,52	1,46	13,12	5,27	
47			Ricciardi	188	62,42	1,45	17,15	1,02	5,91
48			Ricciardi	188	60,50	1,12	15,05	1,43	6,07
49			Ricciardi	188	63,18	1,36	14,64	1,50	5,18
50			Ricciardi	188	59,27	0,91	14,55	2,02	7,17
51			O. Silvestri	188	63,85	—	13,14	9,39	
52			O. Silvestri	188	62,26	—	12,35	9,79	
53			O. Silvestri	188	66,83	—	11,79	7,86	
54			Kahlenberg	188	66,99	Spur	17,56	1,41	3,39
55	Bruchstücke älterer Vulcano-Gesteine		Ricciardi	187	77,55	0,57	14,61	—	2,21
56			Ricciardi	187	67,38	0,04	15,46	3,66	—
57			Ricciardi	187	63,94	0,93	13,05	2,45	7,52
58			O. Silvestri	187	55,82			31,28	
59		Asche der Fossa von 1888	Ricciardi	190	68,85	1,36	13,02	2,67	
60			Ricciardi	190	58,05	1,12	12,06	8,42	
61			Ricciardi	190	63,27	0,23	12,34	7,32	
62			Ricciardi	190	63,44	0,16	12,88	7,64	
63	Trachytandesit	Punta del Roveto („Pietra bronzina")	*Happe	198	58,21	—		25,59	
64	Leucitbasanit	Vulcanello	mitgeteilt v. Bäckström	199	51,38	—		26,35	
		IX. Filicudi.							
65	Basalt	Fossa delle Felci, Notaro	*Glaser	207	51,00	0,56	15,80	10,96	
66	Hornblende-Pyroxenandesit	Ganggestein des Gipfels	*Glaser	208	57,38	0,34	18,13	9,23	
67	Pyroxenandesit	Terrione	*Schroeder	209	57,52	—	—	—	—
68	Hornblende-Glimmerandesit	Montagnola	*Postius	212	60,64	—	—	—	—
69	Hornblende-Glimmerandesit	Capo Graziano	*Glaser	214	62,20	0,46	15,40	7,74	
		X. Alicudi.							
70	Basalt	Gang an der Galera	*Glaser	220	51,24	—	—	—	—
71	Pyroxenandesit	Südöstlicher Gipfel	*Glaser	219	57,60	0,82	14,71	8,55	

teile									Bemerkungen	Nro.
MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	Wasser bei 100°	Glühverlust	Sonstiges	Summe		
—	—	—	—	—	—	—	—	—		29
—	—	—	—	—	—	—	—	—		30
—	0,20	1,22	3,87	4,57	0,02	0,22	—	99,70		31
—	0,28	1,03	3,43	4,56	—	0,38	—	99,99		32
—	0,28	0,12	4,15	5,11	—	W. 0,22 Cl 0.31	—	99,94	Spez. Gewicht 2,3702.	33
—	0,29	0,65	4,52	4,73	—	W. 1,22 Cl 0,31	—	100,00	Spez. Gewicht 2,3771.	34
—	—	—	—	—	—	—	—	—		35
—	—	—	—	—	—	—	—			36
0,16	5,17	10,61	3,27	2,06	—	2,21	—	100,73		37
—	—	—	—	—	—	—	—	—		38
—	2,30	5,29	3,79	3,85	—	—	—	100,13		39
—	1,64	4,54	—	—	—	—	—	91,50	Alkalien nicht bestimmt.	40
Spur	0,65	2,63	3,06	2,91	—	0,54	—	100,47		41
—	—	—	—	—	—	1,74	—	—	S, SO_3. Spez. Gewicht 2,6552.	42
—	0,05	1,43	7,04		0,24	0,48	—	100,62		43
—	—	—	—	—	—	—	—	—		44
—	—	0,25	—	—	—	1,22	S 5,03 Lösliches 1,37	100,00	Spez. Gewicht 2,208.	45
0,17	0,47	7,18	2,06	1,08	—	0,42	—	100,75		46
0,29	2,14	6,39	2,09	1,21	—	0,53	—	100.60		47
0,34	3,11	8,61	1,83	2,02	—	0,21	—	100,29		48
0,41	2,26	7,69	2,48	1,57	—	0,21	—	100,48		49
0,32	3,50	7,76	2,88	1,62	—	0,36	—	100,36		50
—	0,56	4,00	6,13	4,08	—	0,30	—	101,45		51
—	0,67	3,62	5,58	4,40	—	0,58	—	99,25		52
—	0,80	2,52	5,54	3,81	—	0,64	—	99,79		53
Spur	0,93	4,25	3,35	0,34	—	1,53	—	99,75	Hobbs' „Vulcanit".	54
0,08	0,32	2,12	1,43	1,62	—	—	—	100,51	„Mikrofels.Andesit" n.Mercalli.	55
0,29	1,03	4,72	4,98	2,14	—	0,41	—	100,11	„Trachyt" nach Mercalli.	56
0,12	0,43	3,35	4,45	3,68	—	0,34	—	100,26	„Trachyt" nach Mercalli.	57
—	0,44	3,91	4,60	4,26	—	0,58	—	100,90	„Dolerit" nach Mercalli.	58
0,21	1,57	4,72	1,90	1,80	—	3,03	—	100,17	In Wasser löslich 2,667 %.	59
0,44	3,62	8,76	1,46	2,38	—	1,42	—	100,30	In Wasser löslich 4,15 %. Mit freier HCl.	60
0,34	3,99	8,06	1,29	2,67	—	0,30	—	100,36	In Wasser löslich 1,001 %.	61
0,29	2,45	6,04	4,02	3,09	—	0,31	—	100.32		62
—	1,60	5,37	4,88	5,47	—	—	—	101,12		63
—	6,02	9,09	4,76	3,33	—	—	—	100,93		64
—	4,70	11,17	2,54	1,15	0,13	1,23	—	99,24	Vom Glühverlust 0,93 CO_2.	65
—	1,93	8,50	2,44	1,36	0,20	0,41	—	99,92		66
—	—	—	—	—	—	—	—	—		67
—	—	—	—	—	—	—	—	—		68
—	2,09	5,95	3,25	2,45	0,13	0,13	—	99,80		69
—	—	—	—	—	—	—	—	—		70
—	4,98	7,54	3,46	1,87	0,05	0,73	—	100,31		71

Ueberblickt man die auf den äolischen Inseln auftretenden Gesteine vom rein petrographischen Gesichtspunkt aus, so ergiebt sich, dass die basischsten Vertreter in den Leucitbasaniten von Stromboli und Vulcano gegeben sind, wenn man von dem noch etwas basischeren, weiter unten zu erwähnenden Feldspathbasalt des jungen Stromboli-Kraters absieht. Während das Gestein von Vulcanello eine ganz isolierte Stellung inmitten der sauren Gebilde seiner Umgebung einnimmt, ist der Leucitbasanit von Stromboli aufs innigste mit den gleichzeitigen Biotitfeldspathbasalten jener Insel verbunden und als der unmittelbare Vorgänger der heutigen Strombolilaven anzusehen.

Alle übrigen basischen Gesteine sind echte Feldspathbasalte, in deren monotone Entwickelung nur ein mehrfach auftretender Biotitgehalt (seitliche Ausbrüche des Stromboli, Strombolicchio, Altvulcano) oder, gewissermassen als Hinweis auf die folgenden Andesite, ein mitunter recht erheblicher Gehalt an rhombischem Pyroxen (Capo auf Salina, westliches Lipari, Monte Rosa) sich bemerkbar macht. Als basischstes Glied der ganzen Gesteinsreihe ist der kalireiche, vielleicht etwas Orthoklas führende Basalt des jungen Strombolikraters zu betrachten (ca. 50% SiO_2), während der Kieselsäuregehalt der übrigen manchmal ein so beträchtlicher ist, dass man eine grosse Zahl als Basaltandesite bezeichnen kann.

Auch die Andesite bieten im Ganzen wenig Interesse. Allen ist ein Gehalt an rhombischem Pyroxen gemeinsam. Er ist wie gewöhnlich am beträchtlichsten bei den Glimmer und Hornblende führenden Vorkommnissen und tritt mehr zurück bei den reinen Pyroxenandesiten. Als solche bilden zunächst nach ihrer Struktur die Gesteine des Terrione und das so charakteristische Vorkommen am Monte St. Angelo den Uebergang zu den Basalten. Als typischer Pyroxenandesit können nur die Laven der Fossa delle Felci auf Salina und einige Laven des Stromboli-Urkegels bezeichnet werden, welche letztere indessen durch Uebergänge eng mit den dortigen Glimmer- und Hornblende-Andesiten verbunden sind, während erstere am ganzen Hauptkegel von Salina sich gleichbleiben.

Ausgezeichneter Hornblendeandesit ohne Biotit setzt die ganze Masse der Insel Panaria zusammen, typische Hornblende-Biotit-Andesite sind die Gesteine der Montagnola und des Capo Graziano auf Filicudi; weniger scharf charakterisiert ist das Hornblendebiotitgestein von den Lisca-Inseln, Bottaro und Dattilo, indem es, ähnlich wie das Gestein des Urkegels von Stromboli, stellenweise durch eine Aufnahme von Sanidin Uebergänge zum Trachyt erkennen lässt. Wenigstens seiner mineralogischen Beschaffenheit nach gehört hieher das interessanteste der liparischen Gesteine, nämlich der Cordierit-Granat-Andesit von Lipari mit seinen zahllosen, zum Teil in Cordierit, diallagartigem Pyroxen und Spinell umgewandelten Einschlüssen von Schieferfragmenten. Ganz ähnliche, umgewandelte Gesteinsbruchstücke finden sich auch im Hornblende-Glimmer-Andesit des Capo Graziano, ohne dass es gelungen wäre, in jenem Andesit gleichfalls Granat, Cordierit und Spinell wie in der Varesana-Lava auf Lipari nachzuweisen. Manche Pyroxenandesite (z. B. östliches Alicudi) enthalten deutliche Hinweise auf einen intratellurischen, später resorbierten Hornblendegehalt.

Echten Trachyt giebt es auf den Liparen kaum; höchstens könnten einige untergeordnete Vorkommnisse in der Umgebung der Fossa di Vulcano als solche angesprochen werden. Die früheren Ergüsse dieses Kegels bestehen teilweise aus Laven, die reich sind an unzweifelhaftem Sanidin und die in merkwürdiger Weise die Mitte halten zwischen den Lipariten, Daciten und Andesiten jenes Gebiets, zudem noch wegen ihres oft sehr hohen Olivingehalts an Basalte erinnern. Ganz dasselbe gilt auch für den merkwürdigen Trachytandesitfelsen

der Punta del Roveto, der wegen seines Reichtums an jenem Silikat anfänglich eine basaltische Natur vortäuscht. Dieses letztere ist es wohl gewesen, das den Kieselsäuregehalt dieser „Trachytandesite“ bis auf 59,75 %, bezw. 58 % herabgedrückt hat.

Die Liparite geben Lipari sein geologisches Gepräge. Ich hatte dort zwei Hauptgruppen unterschieden, deren eine halbglasig ausgebildet ist, während die andere eine vollglasige Bimsstein-Obsidian-Formation darstellt. Jene tritt bald in der Form der „Thonsteinporphyre“, bald von Bimssteinlaven, bald von mehr oder weniger sphärolithischem Obsidian auf, immer reich an Einsprenglingen, von denen bald Feldspath, bald Augit vorwaltet. Mit letzterem zusammen findet sich auch Olivin, vielleicht nur als Fremdling, der den zahlreichen basaltischen Gesteinseinschlüssen entstammt. Die Gesteine der reinen Bimsstein-Obsidianformation, welche ihre Verbreitung im Nordosten der Insel besitzen, sind frei von jeglicher Mineralausscheidung, worauf die technische Nutzbarkeit der über jenes Gebiet verbreiteten Bimssteine beruht.

Als der schönste Liparit des Gebiets verdient das Gestein von Basiluzzo mit seiner schönen Bänderung und seinem reichen Gehalt an hübsch auskrystallisierten Glimmerblättchen Erwähnung. Ferner gehören dieser Gesteinsgruppe die Laven des alten Lentiakraters an, die häufig eine Neigung zur vollkrystallinen Ausbildung und dabei merkliche Uebergänge nach den Trachyten und Andesiten bemerken lassen, im übrigen aber meistens der obsidianartigen Ausbildung der südliparischen halbglasigen Liparite entsprechen. Die grösste Aehnlichkeit mit diesen letzteren zeigt auch der Glasstrom der Pietre Cotte auf Vulcano.

Ein recht eigenartiges Gestein, ausgezeichnet durch seinen Anorthoklasfeldspath, im übrigen aber nach seiner schwankenden chemischen Zusammensetzung bald dem Dacit bald dem Pantellerit näherstehend, hat Hobbs als Vulcanit beschrieben. Es bildet hauptsächlich das Material der zuletzt in den Jahren 1888—90, jedenfalls aber auch schon früher, von der Fossa di Vulcano geförderten, zum Teil riesenhaften Bomben.

Nach dieser kurzen Kennzeichnung der auf den Liparen gegebenen Gesteine will ich noch vom Standpunkte des Geologen aus einen Rückblick auf die Geschichte des „Magmenherdes“ werfen, der bisher das Vulkangebiet versorgt hat.

In vielen Gebieten — „petrographischen Provinzen“ — wo, wie man heute wohl annehmen darf, ein Magmareservoir, ein irgendwie in sich abgeschlossener „peripherischer Herd“ (nach Stübel) von lange Zeit hindurch sich wiederholenden Ergüssen erschöpft wird, findet ein Wechsel in der chemischen Natur der geförderten Massen statt. Diese Veränderungen sind bereits vielfach studiert worden, und es sei da nur an die Namen Bunsen, v. Richthofen, Dölter, Reyer, Rosenbusch, Brögger, Iddings, Förstner, Hibsch erinnert, deren Arbeiten zu dem schon jetzt sicheren Resultat geführt haben, dass dem Wechsel der Magmazusammensetzung zu verschiedenen Zeiten der Reservoirentleerung eine allgemein geltende Gesetzmässigkeit nicht zu Grunde liegt. Eine solche kommt also auch für die Geschichte der petrographischen Provinz der Liparen nicht in Betracht. Es ist aber der Mangel einer solchen allgemeinen Gesetzmässigkeit ein triftiger Grund, jeder Gruppe von Vulkanen, welche unter sich einen bestimmten, gleichgerichteten Gang im Wechsel der Magmabeschaffenheit erkennen lassen, einen gemeinschaftlichen „peripherischen Herd“ zuzusprechen.

Die ältesten sichtbaren vulkanischen Produkte der Liparen sind jene einförmigen Feldspathbasalte, deren Kieselsäuregehalt zwischen 51 und 55% schwankt. Es spricht manche Beobachtung dafür, dass bereits in der Basaltzeit das Magma saurer geworden ist.

Auf die Feldspathbasalte folgen die Andesite. Sie sind schon recht verschiedenartig nach ihrer chemischen Zusammensetzung sowohl wie nach ihrer mineralogischen. Ihr Säuregrad schwankt zwischen den weiten Grenzen, innerhalb deren man überhaupt noch von Andesiten reden kann. Er beträgt für den Andesit von

Monte St. Angelo	56,5—58,2%
Gipfel der Fossa auf Filicudi	57,4
Terrione	57,5
Osten von Alicudi	57,6
Lisca nera (? zersetzt)	57,7
Fossa auf Salina	60,3
Montagnola	60,6
Cordieritandesit von Varesana	60,6
Capo Graziano	62,2
Panaria	61,4—66,1
Stromboligipfel	61,8

In manchen Fällen hat sich der sichere Nachweis erbringen lassen, dass auch hier das basischere Gestein das ältere gewesen ist.

Bis ans Ende der Andesitepoche dauert die intensivste vulkanische Thätigkeit in der Vulkangruppe. Erst am Schlusse der Quartärzeit setzen auf Lipari die liparitischen Eruptionen mit Laven von 71,7—74,2% Kieselsäure ein, während an anderen Orten Basalte und Leucitbasanit mit 50,0—54% SiO_2, also noch etwas basischer als die alten Basalte, zum Erguss kommen.

Die nachstehende Gegenüberstellung ist in dieser Hinsicht sehr lehrreich:

Saure:		Basische:	
Pollarabimsstein	65,5%	Monte dei Porri	54%
Monte Guardia	71,7	Aelterer Basalt von Stromboli	52,7
Fossa di Lazzaro	73,0	Leucitbasanit von dort	51,3
Fossa di Capistrello	74,2		
Forgia vecchia	74,4		
Rocche Rosse	74,0		
Cannetello	74,5		
Valle di Canneto	74,3		
Basiluzzo	69,9—72,2		
Lentia-Krater	70,4		
Pietre Cotte	73,6	Vulcanello	51,4
Jüngste Produkte des Vulcano	60—70	Junger Stromboli	50,0—50,5

Die ganze Geschichte des äolischen Magmaherdes lässt sich also folgendermassen skizzieren:

I. Zeit der Vollkraft vulkanischer Thätigkeit.

(Mittleres oder späteres Tertiär bis mittleres Quartär.)

a) Epoche der Basalte.

b) Epoche der Andesite.

Charakter: Anfangs allmähliche, später beschleunigte Zunahme des Kieselsäuregehalts.

II. Verfall der vulkanischen Thätigkeit.

(Späteres Quartär bis jetzt.)

c) Epoche der sauren Andesite, der Liparite und Dacite einerseits, der Basalte (Basanite) andererseits.

Charakter: Chemische Entfremdung der einzelnen Eruptionspunkte, Zerfall des Magmas in recht basische und sehr saure Produkte.

Bevor ich weiter gehe und die Schlüsse ziehe, welche sich mit einiger Sicherheit aus jener Scheidung des Magmas in basische und saure Sondermagmen und aus der Erscheinung ergeben, welche ich als Entfremdung bezeichnete, ist es notwendig, noch auf eine Thatsache hinzuweisen, welche bisher vielleicht noch zu wenig Würdigung gefunden hat, sich aber bei genauerem Studium anderer, kompliziert gebauter Vulkangebiete gleichfalls dürfte nachweisen lassen. Sie besteht in dem Gesetze, dass auf den Liparen der mineralogische und chemische Charakter der durch den gleichen Eruptionskanal geförderten Massen beständig ist und nur zwischen engen Grenzen schwankt;[1]) gute Beispiele dafür sind der Terrione, der Monte St. Angelo, die Fossa delle Felci auf Salina, der Monte dei Porri und der junge Strombolikrater. Es ist eine fast durchgängig gültige Regel, dass an einem Vulkan nicht etwa liparitische und basaltische, oder auch liparitische und andesitische, echt andesitische und basaltische Produkte miteinander wechseln. Tritt scheinbar eine Veränderung ein, so geschieht dies, wie einzelne Beispiele lehren, zugleich mit einer Verschiebung der Eruptionsaxe, d. h. ein neuer Magmenherd wird angezapft.[2])

Eine ausserordentlich auffällige Ausnahme bildet allein der Vulcanokrater, dessen Entstehung in die spätere Zeit der dritten Epoche fällt. Unter seinen Produkten wechseln fast basaltische, andesitische, trachytähnliche, liparitische und dacitische Massen, die scheinbar alle dem gleichen Herde entstammen; ja nicht nur das, sondern nicht einmal die Auswürflinge der letzten Eruption hatten gleichmässige Zusammensetzung, vielmehr spiegelten sie mit ihrem zwischen 60 und 70% schwankenden Kieselsäuregrad im kleinen den Wechsel wieder, der sich im Laufe der Zeiten an der Fossa im grossen abgespielt hat. Ist ein solches Verhalten anders zu erklären, als durch die Annahme zweier ganz verschieden gearteter Magmenbestände, welche in wechselndem Verhältnis an den Eruptionen jenes Vulkans beteiligt sind? Diese Erklärung gewinnt an Recht, wenn man sich des kleinen Vulcanello mit seinen Leucitbasaniten erinnert, der nur 2400 m von der Fossa entfernt ist und gleichzeitig mit ihr thätig war. Eine ähnliche Unbeständigkeit wie die Fossa hat schon die Lentia gezeigt; auch zur Zeit der Obsidianergüsse dieses Vulkans, oder wenigstens nicht zu lange vorher, haben an den Felicicchie im Süden noch Basaltergüsse und an der Sommata Basaltauswürfe stattgefunden.

---

[1]) Differenzen, welche sich leicht auf lokale Schlierenbildungen, besonders bei Massenergüssen zurückführen lassen, sind natürlich zugegeben.

[2]) Siehe S. 234—235.

Ich folgere aus all' dem eben Gesagten folgendes:

Im Beginn der äolischen Vulkanbildung hat ein grosses Basaltreservoir bestanden, aus welchem höchst wahrscheinlich auch die Vulkane von Ustica und der Aetna gespeist wurden. Aus irgend einem Grunde, vielleicht infolge Erstarrung basischerer Bestandteile in der Tiefe, fand eine allmähliche Ansäuerung jenes Magmas statt, das, unter letzterer Voraussetzung, mit der Zeit zu einer andesitischen Mutterlauge wurde. Schon in der Andesitzeit hat jedenfalls eine Zerteilung des Magmas in Einzelherde begonnen; ob durch eine „magmatische Scheidung", d. h. durch eine Bildung von „Schlieren" oder in räumlich scharf gesonderten „peripherischen Herden" zweiter Ordnung, das vermag ich nicht zu entscheiden. Für erstere spräche der völlige Zerfall des Magmas in sauere und basische Glutflüsse; wahrscheinlicher aber scheint mir die Annahme gesonderter Herde zu sein, im Hinblick auf die grosse Verschiedenheit mancher ganz benachbarter und gleichzeitiger Gesteinsergüsse, welche bei allen Wiederholungen an derselben Stelle in sich chemisch beständig bleiben. Ihre geringe Entfernung weist überdies darauf hin, dass die Herde eine nicht unbedeutende Vertikalausdehnung besitzen müssen, also vielleicht nichts anderes sind als Magmarückstände in grossen Spalträumen, — die sich zu ganz verschiedener Zeit gefüllt haben können, und in denen sich vielleicht auf verschiedene Weise und verschieden schnell Mutterlaugen ausgebildet haben.

Die Annahme lokalisierter Herde würde übereinstimmen mit den Erfahrungen der exakteren Vulkanologie, welche mehr und mehr die Selbständigkeit der Aktion auch benachbarter Vulkanschlünde erweisen dürfte. Im grossen und ganzen steht man heute mutatis mutandis noch auf dem Standpunkt des Diodorus oder des Athanasius Kircher, welche annahmen, dass die liparischen Vulkane mit dem Aetna durch unterirdische Kanäle verbunden gewesen seien. Insofern ist an diesem alten Glauben vielleicht doch etwas wahres, als der Aetna eine ganz ähnliche Gesteinsentwickelung erlebt hat wie die äolischen Vulkane, was uns neben den früher entwickelten geotektonischen Gründen immerhin berechtigen mag, in ihm einen nahen Verwandten der liparischen Feuerberge zu erblicken.

Ich breche hier ab, um mich nicht auf dem Gebiete der Spekulation zu verirren.

Nur ruhige Beobachtung vermag dem Ziel näher zu bringen; wir müssen uns immer noch damit zufrieden geben, auch kleinliches Material zusammenzutragen zur Lösung aller Rätsel, welche uns der Zustand des Erdinnern aufgiebt.

Wir mühen uns ab mit ein paar Gleichungen, in denen doch so viele Glieder nicht gegeben sind!

Litteraturnachträge.

Lipari:

1879. Notizie sulle acque termali e sulla grotta o stufa di S. Calogero in Lipari. Messina 1879.

1891. Johnston-Lavis, H. J., The south italian vulcanoes. Naples 1891.

Vulcano:

1680. Bartoli, Dan., De' Simboli trasportati al Morale. Rom 1680.

1889. Silvestri O., Consiglio Ponte S. e Silvestri A., Sulla attuale eruzione scoppiata il dì 3 agosto 1888 alla isola Vulcano nell' Arcipelago Eolio (mit Atlas von Photographien). Catania 1889. — Auszug im Bull. mens. d. Acc. Gioen. 1889. fasc. VIII.

1896. *Bäckström, H., Ueber leucitführende Gesteine von den liparischen Inseln. Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. XVIII. 1896.

Erläuterungen zu Tafel I und XII—XXIV.

Taf. I. Blick von der Terrasse eines Hauses im Val di Chiesa auf Filicudi. Im Vordergrund rechts das Capo Graziano; in der Mitte Salina, links davon Panaria und Stromboli, rechts Lipari und Vulcano, im Hintergrund die sicilischen und calabrischen Berge. Zwischen Lipari und Vulcano sieht man nach der Strasse von Messina und über dieser, als höchsten Gipfel, den Aspromonte. Hinter Stromboli und Panaria tritt die Küste im Busen von Eufemia in den Hintergrund.

Taf. XII. Ganz im Vordergrund die Fumarolen des Kraterrands von Vulcano, darunter die Casa Narlian und die Faraglioni, weiter der kleine Kegel des Vulcanello. Jenseits des Meeresarms Lipari mit dem Monte St. Angelo und dem Monte Chirica als höchsten Gipfeln. Im Hintergrund links der Doppelkegel von Salina, rechts Panaria.

Taf. XIII. Oben: Der innere Steilabbruch der Somma des Stromboli (der Serra Vancori), vom Punkt 845 aus gesehen. Links die Einsattelung der Porta delle Croci.

Unten: Blick von der Lisca bianca nach dem Basiluzzo (links vorn) und dem Stromboli (rechts hinten)

Taf. XIV. Oben: Bottaro, Lisca nera und Dattilo, dahinter Panaria; über dem Bottaro in schwachen Umrissen Salina. Blick von der Lisca bianca.

Unten: Aussicht vom westlichen Fuss des Monte Chirica (Lipari). Vorn Quattro pani, darüber rechts Salina mit Lingua und den drei Hauptgipfeln. In der Ferne Filicudi.

Taf. XV. Das untere Bild ist die unmittelbare Fortsetzung des oberen. Standpunkt: Kamm des Serro di Pollara.

Oben: Die Strandterrasse von Malfa, in der Ferne Panaria und Basiluzzo.

Unten: Monte Rivi und Fossa delle Felci jenseits des Val di Chiesa.

Taf. XVI. Oben: Rinella und der Monte dei Porri auf Salina.

Unten: Das Capo Graziano (Filicudi) vom Val di Chiesa aus. Zeigt deutliche Strandterrassen.

Taf. XVII. Oben: Blick von Monte Guardia auf Stadt und Castell Lipari, darüber der Monte Rosa. In der Höhe, nahe dem linken Bildrand, erkennt man den Obsidianstrom der Forgia vecchia, in der Ferne Panaria. Der unmittelbar rechts von letzterem gelegene Stromboli ist verschleiert.

Unten: Stadt Lipari von der Punta S. Francesco (unterhalb des Capistrello) aus gesehen. Rechts über der Segelbarke der lichte Kegel des Monte Pelato, darunter der dunkle, von links nach rechts geneigte Obsidianstrom der Forgia vecchia. Links als höchste Erhebung der flache Monte St. Angelo.

Taf. XVIII. Oben: Aussicht vom Castell von Lipari gegen Süden. Zunächst über der Stadt die nach rechts abfallende Kuppe der Fossa di Capistrello, dahinter rechts das Bergland von S. Salvatore. Links im Hintergrund die Umrisse von Vulcano von der Punta Luccia bis zum Gipfel des Monte Saraceno.

Unten: Aussicht vom Castell von Lipari nach der Stadt und nach den Liparitkuppen des Monte Guardia (links) und des Monte Giardina (rechts).

Das untere Bild ist nicht ganz genau die Fortsetzung des oberen.

Taf. XIX. Oben: Blick von der Contrada Capparo (Lipari) gegen Süden. Vorn der Vulcanello auf einer von Leucitbasanitlaven gebildeten Halbinsel. Ueber dem Vulcanello links die nordöstliche Ecke des Ringwalls von Alt-Vulcano, im Monte Aria gipfelnd. Rechts davon der Fossakegel; vor dessen Mitte am Meer die Faraglioni und daneben die alte Borsäurefabrik. Gerade über

dem grösseren Faraglione die Forgia vecchia in halber Höhe des Kegels, rechts davon, als dunkles Parallelogramm, der Obsidianstrom der Pietre Cotte. Ueber dem Krater ragen zwei Gipfel auf: links die höchste Erhebung der Fossa, rechts der Monte Saraceno, der in sanftem Abfall in den nordwestlichen, nicht mehr abgebildeten Teil des Ringwalls übergeht.

Unten: Gegenwärtiger Zustand der Fossa di Vulcano. Aufnahme von der untersten inneren Terrasse aus, 42 m über dem Kraterboden, gegen Westen. In der Tiefe ist zwischen den Fumarolen die kleine Salzwasserlacke zu erkennen. Der Boden ist allenthalben weiss von Gyps. Jenseits des Kraterrandes sieht man die höchsten Teile des steil abfallenden Monte Lentia.

Taf. XX. Oben: Der östliche, vom Meer aufgerissene Abhang des Vulcanello; er zeigt die schalenförmige Uebereinanderlagerung von Laven und Tuffen und einen den Kern durchsetzenden Gang.

Unten: Die Fossa di Vulcano und die durch ihren Ausbruch 1888 zerstörte Borsäurefabrik. Die Mitte des Bildes nimmt die Forgia vecchia ein, darüber der Piano delle fumarole. Links im Vordergrund die Tuffe der Faraglioni.

Taf. XXI. Zwei grosse, nahe den Pietre Cotte liegende Bomben des Fossa-Ausbruchs von 1888—1890. Links darüber die Nordwestecke des Ringwalls (Serro Monte Minico), rechts, durch die Bucht des Porto di Ponente davon getrennt, die Lavafläche des Vulcanello. Den Hintergrund bildet die Insel Lipari, als deren auffälligste Erhebung hier der Monte Guardia die Mitte der beiden Bilder beherrscht.

Taf. XXII. Fig. 1. Bombe vom Ausbruch der Fossa di Vulcano 1888—90. (Text S. 184.)
Fig. 2—3. Basaltische Bomben von der Sommata auf Vulcano. (Text S. 156.)

Taf. XXIII. Fig. 1—5. Desgl.

Taf. XXIV. Fig. 1. Bombe vom Ausbruch der Fossa di Vulcano 1888—90. (Text S. 184.)
Fig. 2—5. Auswürflinge der Forgia vecchia auf Lipari. (Text S. 111.)

NB. Die Tafeln XXII—XXIV sind nicht, wie irrtümlich vermerkt, vom Verfasser sondern vom Universitätszeichner C. Krapf gezeichnet.

Berichtigungen.

Es muss heissen: S. 76 Zeile 22: Monte Rivi statt Monte des Rivi.
S. 87 Zeile 5 der Uebersicht: pecore statt pecori.
S. 108 Na_2O = 4,29 statt 4,20.
S. 144 Zeile 37: il dì 3 statt il dì 8.
S. 160 Zeile 5: dürften statt dürfte.
S. 170 Zeile 4: 2—3. statt 3.—4.
S. 179 Zeile 29: Stalagmiten statt Stalagnieten.

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	7
I. Stromboli	11—52
Litteratur und Uebersicht	11—14
Einleitung S. 15. — Der Urkegel, die Somma des Stromboli S. 18. — Der thätige Vulkan des Stromboli S. 28. — Strombolicchio S. 49. — Bemerkungen zu den beiden Inselprofilen S. 51.	
II. Die Panaria-Gruppe	53—68
Litteratur und Uebersicht	53—54
Allgemeines S. 54. — Panaria S. 54. — Basiluzzo S. 59. — Die kleineren Inselchen und Klippen S. 62. — Deutung der einzelnen Glieder der Inselgruppe S. 63.	
III. Salina	69—85
Litteratur und Uebersicht	69
Allgemeines S. 69. — Die Fossa delle Felci S. 71. — Der Monte dei Porri S. 73. — Der Monte Rivi S. 75. — Der Krater von Pollara S. 77. — Die späteren Veränderungen S. 81. — Die Sconcossi S. 85.	
IV. Lipari	86—141
Litteratur und Uebersicht	86—88
Allgemeines S. 88. — Vulkane vom Typus Fossa delle Felci S. 92. — Vulkane vom Typus Monte Guardia S. 103. — Vulkane vom Typus Monte Pelato S. 109. — Die Tuffbedeckung Liparis S. 119. — Die quartären Strandbildungen und Zeitfolge der Ereignisse S. 135. — Thermen und Fumarolen S. 138.	
V. Vulcano	142—202
Litteratur und Uebersicht	142—146
Orientierung S. 146. — Der Ringwall oder Alt-Vulcano S. 147. — Die Fossa di Vulcano S. 163. — Die Faraglioni S. 194. — Der Vulcanello S. 196. — Submarine Ausbrüche um Vulcano in alter und neuer Zeit S. 201. — Zeitfolge der Ereignisse S. 202.	
VI. Filicudi	203—215
Litteratur und Uebersicht	203
Allgemeines S. 203. — Die Fossa delle Felci S. 205. — Der Terrione S. 209. — Die Montagnola S. 210. — Das Capo Graziano S. 213. — Die Tuffe S. 214. — Zeitfolge der Ereignisse S. 215. — Letzte Anzeichen vulkanischer Thätigkeit S. 215.	
VII. Alicudi	216—222
Litteratur und Uebersicht	216
Orientierung S. 216. — Das andesitische Lavengebiet im Osten S. 217. — Die westlichen basaltischen Gebilde S. 219.	

Seite

Zusammenfassung 223

Die Morphologie des Archipels S. 223.

Die Zeitfolge der Ereignisse auf den äolischen Inseln, verglichen mit der Geschichte des Vulkanismus im übrigen Unteritalien S. 244. — Bedeutung der Liparen für die Geschichte des westlichen Mittelmeers und seine Tektonik S. 251.

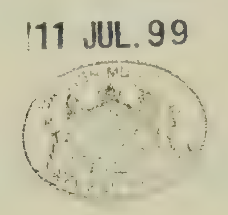
Die Produkte der äolischen Vulkane. Ueberblick über die Petrographie des Gebiets und die chemischen Wandlungen seines Magmas S. 261.

Litteraturnachträge 270

Erläuterungen zu Tafel I und XII—XXIV . . . . 271—272

Berichtigungen 272

Inhaltsübersicht . . . . 273—274





Entworfen von A. Bergeat.

Maßstab 1: 780000.

0 10 20 30 40 50

Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München



I. STROMBOLI

Strombolicchio 43

Filo dei cani

Piscità

Pº Labronzo

Fruntonello

T. Labronzo

S. Bartolo

Ficarani

R. Lena

P. della Lena

S. Vincenzo

C. Renda

Chiappe lisce

R. Areco

Via Pezilla

Jl. Vallonazzo

Sc. dei Cavassi

la Serra

P. delle Chiappe

Sc. della Buffetta

La Prajola

Tᵉ del Fuoco

Grotta delle Palombe

Cratere

Il Liscione

Forgia vecchia

la Schicciola

Ginostra

Scalo del Pertuso

P. del Mal Passo

del Monaco

468

P. Lazzaro

P. dell' Omo

P. del Monaco

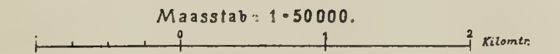
Sciarratello della Lena

Reg. Lena

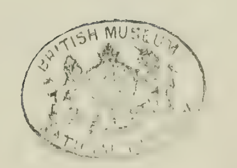
926

918

Maasstab: 1:50000.



Lith. Anst. Hubert Köhler München





I. SALINA

Pta Fontanelle
Malfa
Galera
Quartarolo
Capo
Lanterna
Faraglione
Pollara
Filo di Branda
Semaforo
Pollara
Pº di Corvo
Mº dei Porri
Pta Valle la Spina
Grotta di Racina
Pta Sallustro
Pta di Marcello
Pta di Megna
Bancone
Rinella
Monastero
Pizzo di Mezzogiorno
Mº Rivi
Cisterna del Piano
Serro dei Perciato
Valle della Castagna
Mº Fossa delle Felci
Pontella
Passo di Megna
Barone
Pta Lamie
S. Marina
Salina
Pozzo d'Agnello
Le Canne
Lingua
Erbe bianche
Pº Menavento
Portella
Pta delle 3 Pietre
Falconiera
Pta Grottazza
Pta Lingua
Pta Brigantino

Maasstab: 1 : 50000.

1 0 1 2 Kilomtr.

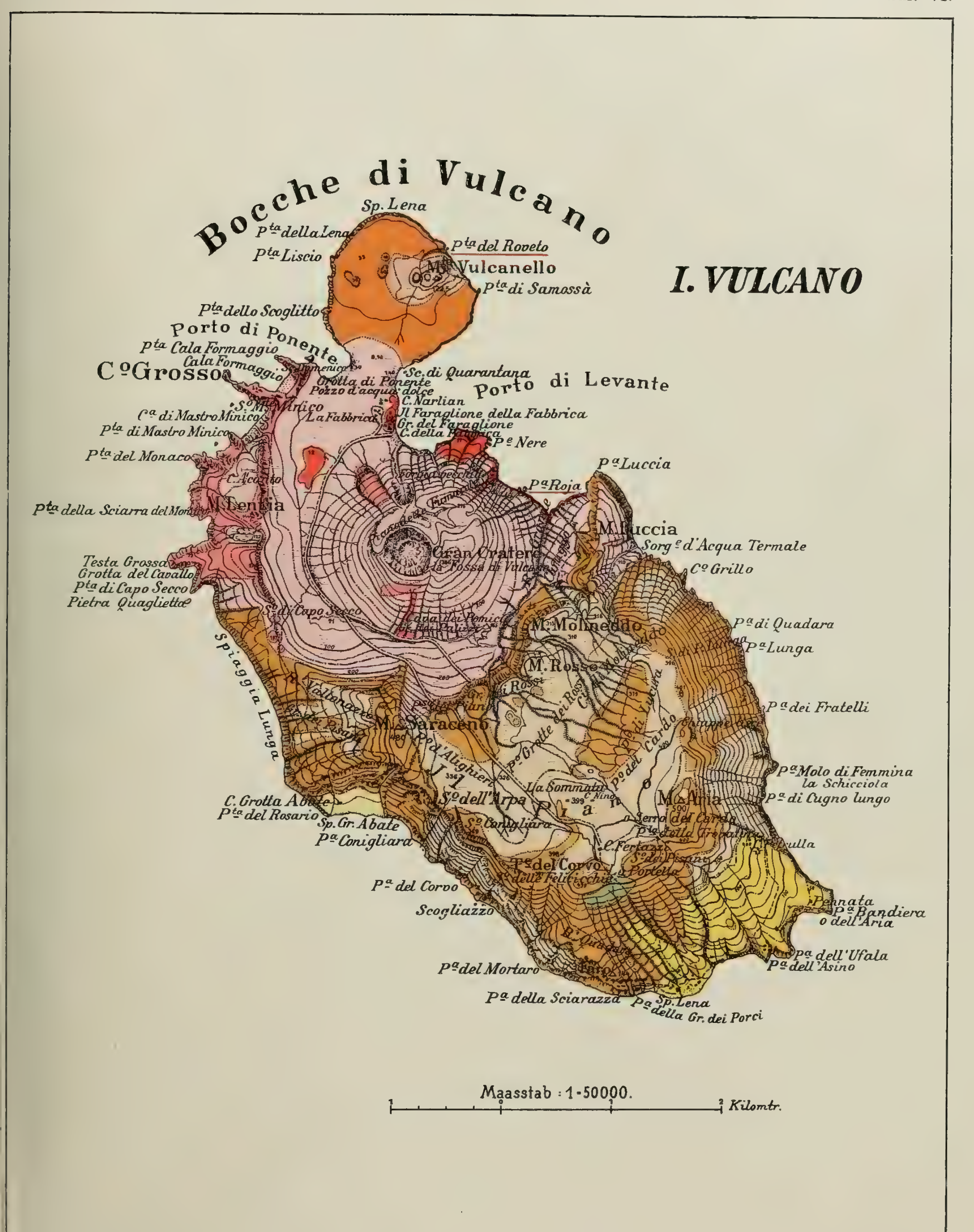
Lith. Anst. Hubert Köhler München





Lith. Anst. Hubert Köhler München



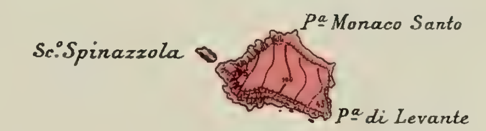


Lith. Anst. Hubert Köhler München



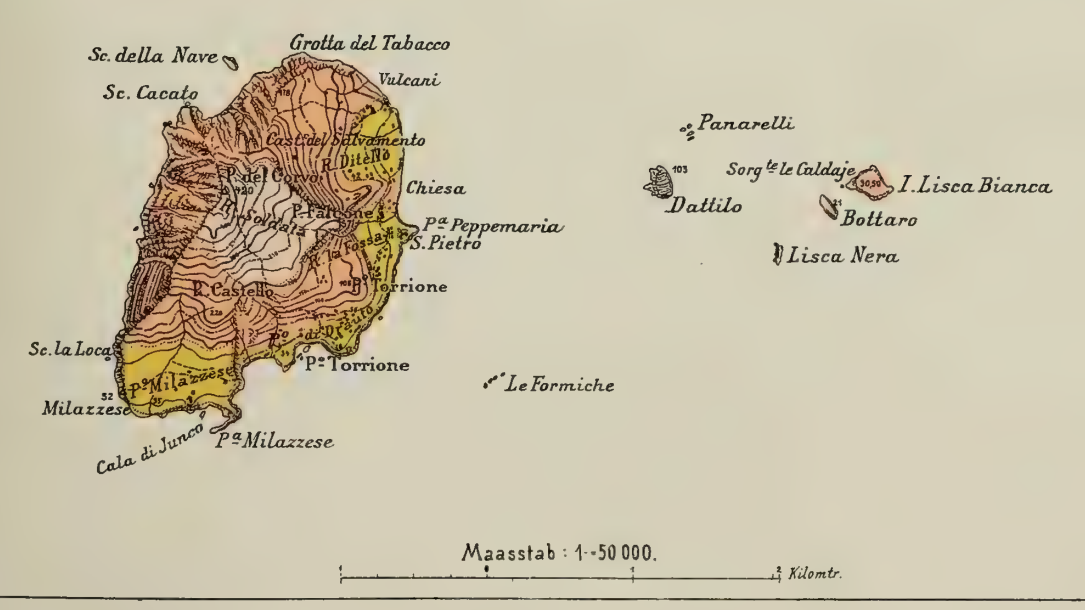
I. ALICUDI





I. PANARIA

I. BASILUZZO



Maasstab : 1 : 50 000.

Kilomtr.

Lith. Anst. Hubert Köhler München

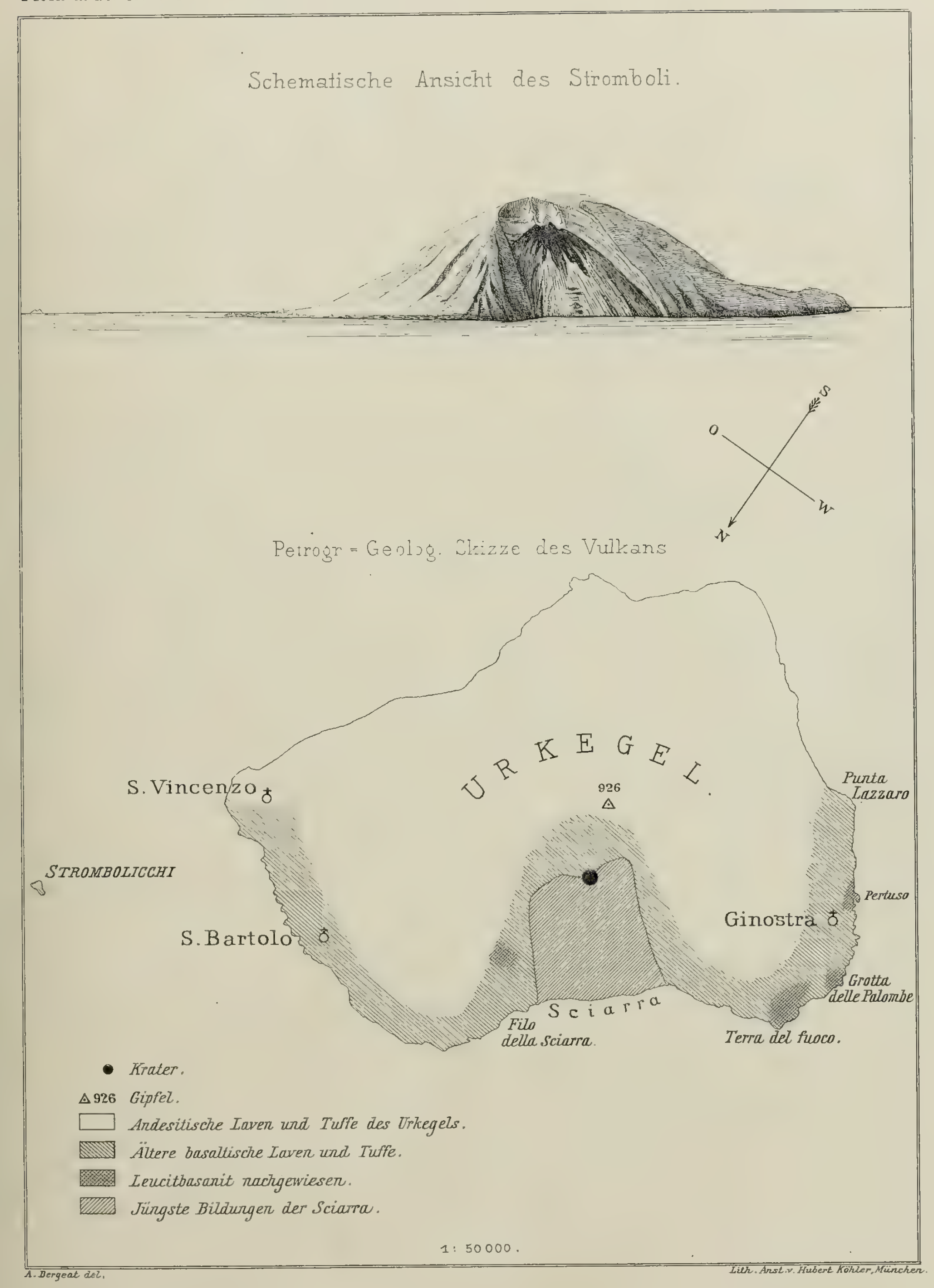


Erklärung der Farben.

		Stromboli	Panaria	Salina	Lipari	Vulcano	Filicudi	Alicudi
1	Ältere Basalte u. Basaltandesite; Laven vorwiegend.	53,9 % SiO_2		51,5 % SiO_2	53,4-55,2 % SiO_2	53-55,75 % SiO_2	51 % SiO_2	51,5 % SiO_2
2	desgl., Agglomerate vorwiegend				*siehe unter 5 u. 6.*			
3	Andesitische Laven vorwiegend	61,8 % SiO_2	57,7-66,1 % SiO_2	60,3 % SiO_2	58,2 % SiO_2		57,4-62,2 % SiO_2	57,6 % SiO_2
4	Andesitische Agglomerate vorwiegend				*siehe unter 5 u. 6.*			
5	Basaltische u. andesitische Tuffe u. Agglomerate von Lipari.							
6	dieselben, durch Fumarolen verändert, mit Gyps etc. durchsetzt.							
7	Cordierit-Andesit				60,6 % SiO_2			
8	Ältere Liparite von Lipari Andesite u. Trachyte v. Vulcano				71,7-74,2 % SiO_2	58,2-59,8 % SiO_2		
9	Alte Bimssteine von Lipari und Auswürflinge des Lentiakraters.							
10	Jüngere Basalte, Leucitbasanit des Stromboli, Tuffe der Cima u. des Torrione (Stromboli)	51,3-52,75 % SiO_2		54 % SiO_2		*siehe unter 1*		
11	Vorwiegende Agglomerate derselben.					*siehe unter 2*		
12	Quartäre Strandablagerungen.							
13	Hauptverbreitung des Tufflösses.							
14	Andesitbimssteine von Pollara			65,5 % SiO_2				
15	Lapilli des M. Giardina, M. Capistrello, der Forgia vecchia, Scherbenlapilli der Rocche rosse							
16	Junge Bimssteindecke von Lipari							
17	Junge Liparite		70,1-72,2 % SiO_2		74-74,5 % SiO_2	73,6 % SiO_2		
18	Junge und alte Tuffe und Sande der Fossa di Vulcano							
19	Leucitbasanit des Vulcanello. Recente Laven des Stromboli (Feldspathbasalt)	50-50,5 % SiO_2				51,4 % SiO_2		
20	Tuffe des Vulcanello. Recente Schlacken u. Sande des Stromboli							
21	Alluvium							

Lith. Anst. Hubert Köhler München





A. Bergeat del.

Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München.





Topographische Skizze des **Stromboligipfels.**

M. 1 : 8750.

Entworfen und gezeichnet von A. Bergeat.

Lith. Anst. Hubert Köhler, München



A. Bergeat del.
Lith. Anst. v. Hubert Köhler, München


BRITISH MUSEUM



BLICK VON DER FOSSA DI VULCANO GEGEN NORDEN.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.


BRITISH MUSEUM

A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



A. Bergeat phot.

Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.



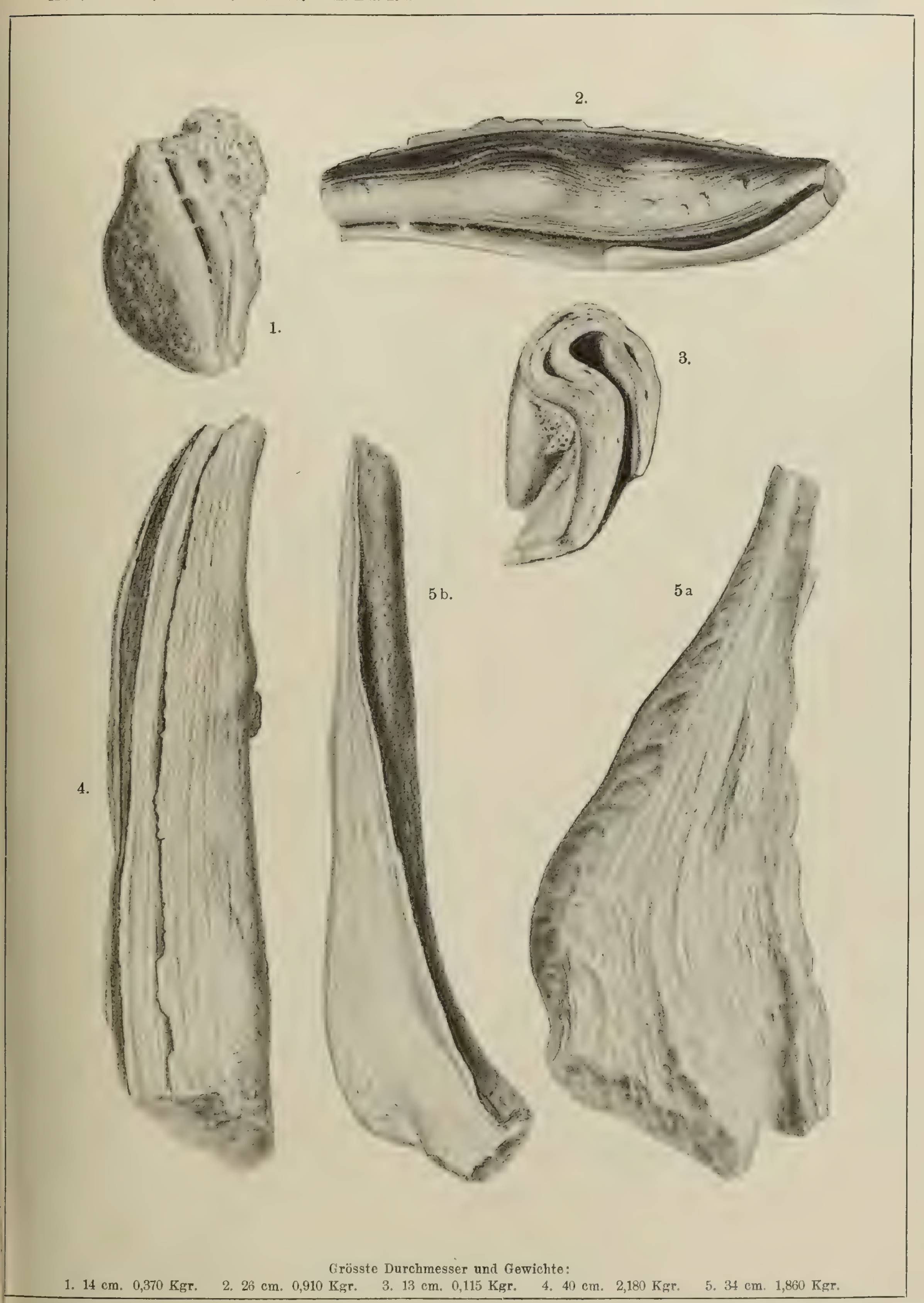


Grösste Durchmesser und Gewichte: 1. 44 cm. 11 Kgr. 2. 23 cm. 0,840 Kgr. 3. 26 cm. 3,240 Kgr.

A. Bergeat gez.

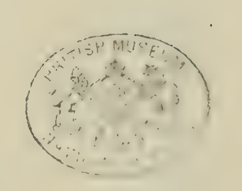
Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.

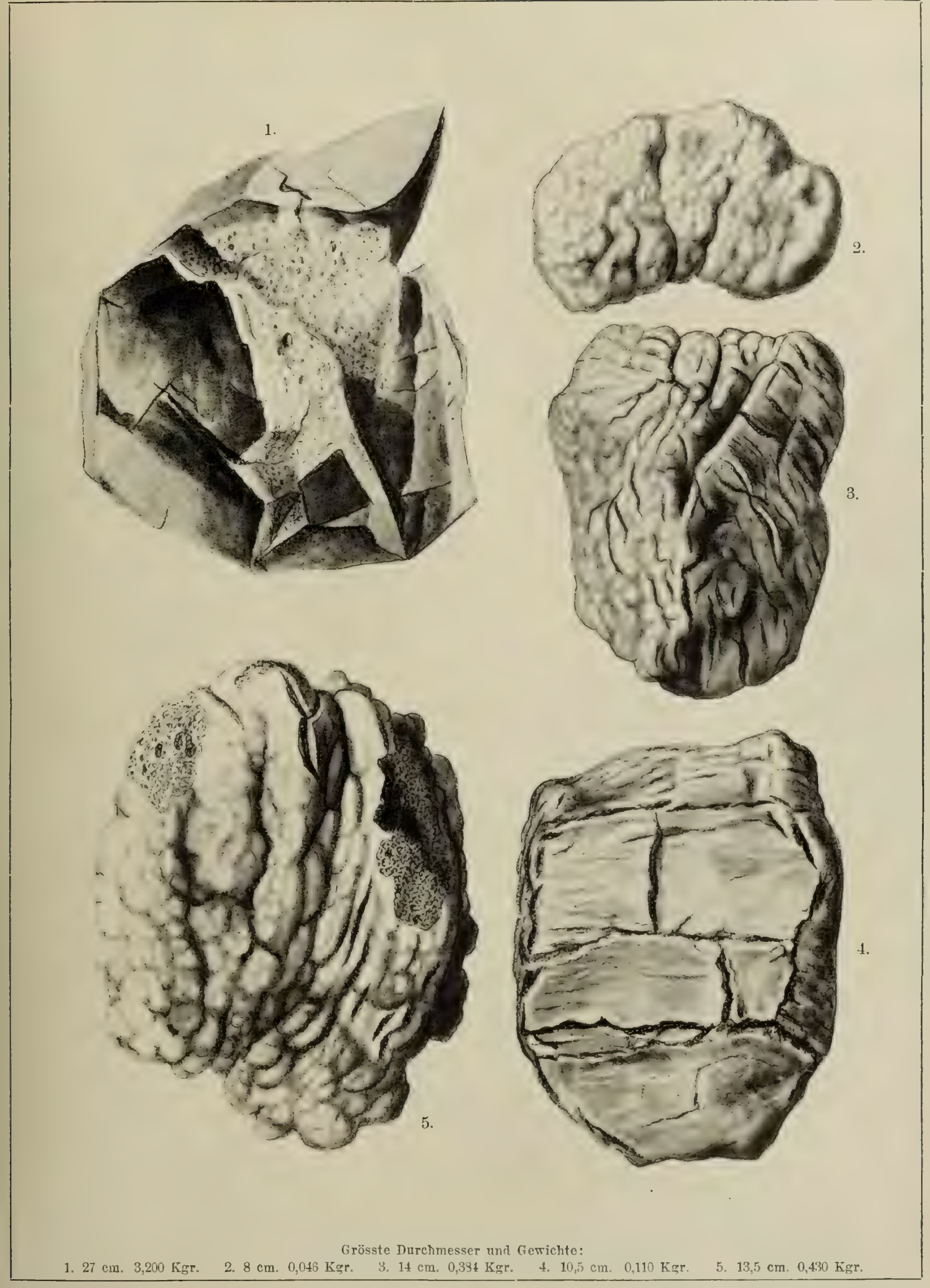




Grösste Durchmesser und Gewichte:
1. 14 cm. 0,370 Kgr. 2. 26 cm. 0,910 Kgr. 3. 13 cm. 0,115 Kgr. 4. 40 cm. 2,180 Kgr. 5. 34 cm. 1,860 Kgr.

A. Bergeat gez. Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.

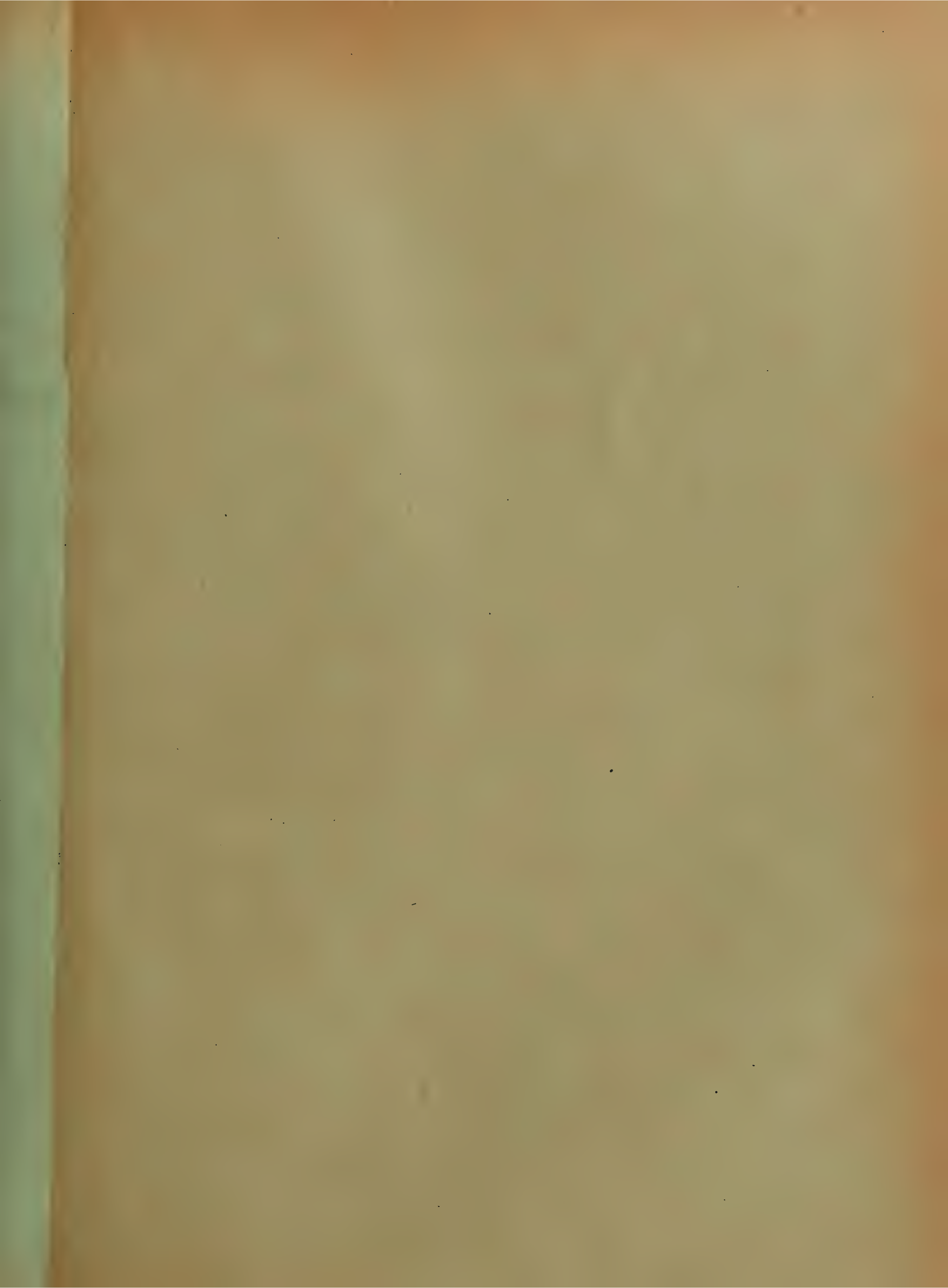




Grösste Durchmesser und Gewichte:
1. 27 cm. 3,200 Kgr. 2. 8 cm. 0,046 Kgr. 3. 14 cm. 0,384 Kgr. 4. 10,5 cm. 0,110 Kgr. 5. 13,5 cm. 0,430 Kgr.

A. Bergeat gez. Lichtdruck von M. Rommel & Co., Stuttgart.





Inhalt.

Seite

Die äolischen Inseln (Stromboli, Panaria, Salina, Lipari, Vulcano, Filicudi und Alicudi) geologisch beschrieben von *Alfred Bergeat*. (Mit 24 Tafeln und mit Textfiguren) 1

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

ZWANZIGSTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER LXXI. BAND.

MÜNCHEN 1900.

VERLAG DER K. AKADEMIE

IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH).

Die

überzähligen Hautknochen

des

menschlichen Schädeldachs.

Von

Johannes Ranke.



I.

Die Persistenz der Parietalnath und die oberen und unteren Scheitelbeine der Primaten.

Das obere und das untere Scheitelbein der Primaten.

I. Die Sutura parietalis, Scheitelbeinnath, beim erwachsenen Menschen.

1. Das Vorkommen der Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, unter der altbayerischen Bevölkerung an Schädeln Erwachsener.

Von dieser seltenen Nath, welche das Scheitelbein parallel mit der Sagittalnath in einen oberen und einen unteren Abschnitt trennt, habe ich bis jetzt unter den zahlreichen darauf geprüften Schädeln Erwachsener nur ein Beispiel gefunden und zwar an einem männlichen Schädel, der südbayerischen brachycephalen Bevölkerung entstammend.

Der verdiente Anatom Wenzel Gruber hat im Jahre 1870 die Aufmerksamkeit der Fachgenossen auf diesen besonders seltenen Befund am Menschenschädel wieder gelenkt. Er konnte damals nur 4 erwachsene Schädel aus der Literatur aufzählen, welche diese „congenitale abnorme Spalte oder Sutur“ gezeigt hatten, wozu er aus eigener Beobachtung einen neuen, fünften, Fall fügen zu können meinte.[1]) Inzwischen sind einige neue Fälle von Trennung der Scheitelbeine durch eine Quernath bekannt geworden; immerhin sind diese Beobachtungen so vereinzelt und die Literatur über dieselben so zerstreut, dass es lohnend erscheinen muss, jeden derartigen Fund der wissenschaftlichen Kritik zugänglich zu machen. Um so mehr, da vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte nun das Typische an diesen scheinbar so abnormen Befunden erkennen lassen.

Der von mir gefundene bayerische Schädel mit horizontal getheilten Scheitelbeinen zeigt rechts eine von der Kranznath ausgehende, annähernd parallel mit der Sagittalnath zur Lambdanath verlaufende, stark gezackte, an keiner Stelle äusserlich obliterirte Nath: Sutura parietalis, Parietalnath, quere oder horizontale Scheitelbeinnath,

---

[1]) Wenzel Gruber, Ueber congenitale Theilung des Parietale durch eine quere oder schräge Sutur. R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, Bd. 50, 1870, S. 113—124. Mit Tafel IV, Fig. 1.

welche das Scheitelbein in zwei Abschnitte, in einen grösseren oberen und einen kleineren, unteren, trennt. Fig. 1.

Der untere Abschnitt dieses durch die Parietalnath getheilten Scheitelbeines springt breit fortsatzartig, weiter als der obere Abschnitt, in das Stirnbein ein. Diesem vorderen vorspringenden Theil des unteren Scheitelbeinabschnittes entsprechend zeigt die Kranznath an dieser, den Abgang der Parietalnath zeigenden Stelle, eine nahezu rechtwinkelige Knickung nach vorwärts und wendet sich erst nach einem annähernd horizontalen Verlauf von circa 15 Millimeter wieder, parallel zur Richtung der Parietalnath in ihrem oberen Abschnitt, nach abwärts zum Oberrand des grossen Keilbeinflügels. Dabei verliert die Kranznath in ihrem unteren Abschnitt, von dem Abgang der Scheitelbeinnath an, also so weit sie den

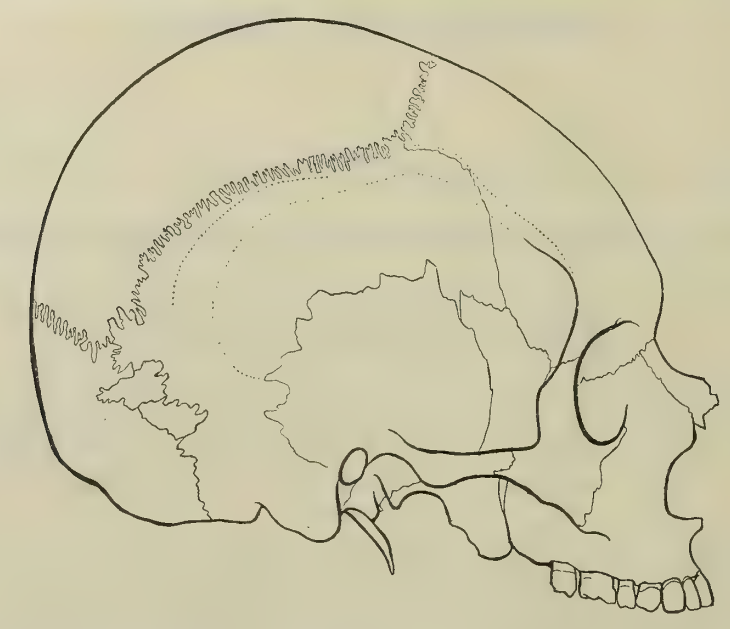


Fig. 1.
Altbayerischer männlicher Schädel mit Persistenz der Parietalnath im rechten Scheitelbein.

vorderen, in das Scheitelbein einspringenden Theil des unteren Abschnittes des Scheitelbeins nach oben und vorne begrenzt, ihre Zackung. Die Nath wird einfach und zeigt in ihrem horizontal nach vorwärts verlaufenden Theile schon beginnende Verstreichung.

Auch das linke Scheitelbein besitzt Zeichen einer früher bestandenen Horizontaltrennung und weist einen beträchtlichen, an der Aussenseite des Schädels noch offenen Rest der Sutura parietalis auf. Fig. 2. Etwa in der Höhe des unteren Drittels der Kranznath geht von dieser die Scheitelbeinnath beinahe 60 Millimeter lang in das Scheitelbein hinein. Nach hinten verstreicht die Nath allmählig und verschwindet dann auch da; wo sie noch deutlich ist, finden sich Spuren beginnender Verwachsung. Das unter dem Abgang der Scheitelbeinnath liegende Endstück der Kranznath zeigt auf dieser linken Schädelseite, im Gegensatz gegen die rechte, keine Verwachsung. Der Verlauf der Scheitelbeinnath ist auch auf der linken Seite des Schädels annähernd parallel mit der Sagittalnath. Dadurch erscheint,

ähnlich wie auf der rechten Seite, ein kleineres unteres Stück des Scheitelbeins von einem oberen grösseren, wenigstens theilweise, abgeschnitten.

Die Kranznath besitzt auch an der linken Schädelseite, da wo die unvollständige Parietalnath von ihr abgeht, eine winkelige Abbiegung nach vorwärts. Diese Winkelknickung der Kranznath ist hier jedoch nicht so scharf und rechtwinkelig wie auf der rechten Schädelseite. Dem entspricht es, dass links auch das fortsatzartige Vorspringen des von der Scheitelbeinnath abgetrennten unteren Scheitelbeinstückes in das Stirnbein hinein nicht so entschieden ausgeprägt ist wie rechts. Im Ganzen ist das betreffende untere, nur theilweise abgetrennte Scheitelbeinstück viel weniger gross und weniger vollkommen ausgebildet als rechts.

Der senkrechte Bogen des rechten Scheitelbeins beträgt, von der höchsten Wölbung der Schuppennath aus mit dem Bandmaass gemessen, 105 Millimeter. Davon gehören

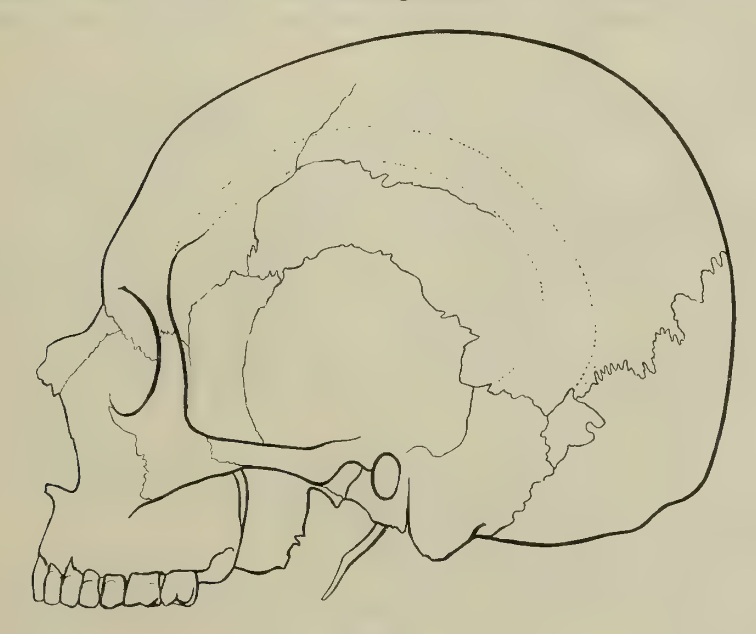


Fig. 2.
Der gleiche Schädel von der linken Seite mit einem Rest der Sutura parietalis im linken Scheitelbein.

35 Millimeter dem unteren, 70 Millimeter dem oberen Abschnitte des getheilten Scheitelbeins an. Die Zahlen verhalten sich wie 1 : 2, der untere Abschnitt des Scheitelbeins beträgt sonach in Beziehung auf den vertikalen Scheitelbeinbogen, d. h. Höhe desselben, $^1/_3$ des Ganzen, der obere Abschnitt $^2/_3$. An einzelnen Stellen ist der untere Scheitelbeinabschnitt um 1 bis 2 Millimeter höher bis zu 37; seine Vordergrenze gegen das Stirnbein, der Coronarrand des unteren Scheitelbeinabschnittes, ist dessen höchste Stelle mit 40 Millimeter.

Der senkrechte Bogen des linken Scheitelbeins, welcher sich nur unvollständig getrennt erweist, misst mit dem Bandmaass gemessen 100 Millimeter, davon treffen 20 Millimeter auf den unteren, 30 Millimeter auf den oberen Scheitelbeinabschnitt. An einigen Stellen ist der erstere etwas höher, bis 2,3 und die Vordergrenze gegen das Stirnbein ist auch bei ihm am höchsten mit 2,5 Millimeter. Das Verhältniss der beiden Scheitelbein-

abschnitte ist nach diesen Messungen wie 1 : 4, der untere Scheitelbeinabschnitt misst $^1/_5$ des ganzen vertikalen Scheitelbeinbogens, der obere $^4/_5$. Der Unterschied rechts und links ist sonach recht beträchtlich.

Die linke Kranznath ist von der Sagittalnath aus bis etwa zur Hälfte verwachsen und verstrichen, bis zum Abgang der Scheitelbeinnath sind 20 Millimeter offen, die Nath zeigt sich hier relativ wenig gezackt. An ihrer winkeligen Ausbiegung nach vorwärts, wobei sie den Oberrand des Vorderendes des unteren Scheitelbeinabschnittes bildet, ist sie einfach und ebenso in ihrem Endverlauf als Vorderrand, Coronarrand, des unteren Abschnittes des Scheitelbeins. Die unvollständige Scheitelbeinnath der linken Schädelseite ist weit weniger zackig als die vollständige Nath der rechten Schädelseite.

Da sie vorne in das Stirnbein vorspringen, sind rechts und links die unteren Scheitelbeinabschnitte in der Richtung von vorn nach hinten entsprechend etwas länger als die oberen Abschnitte.

Mit der Abknickung der Kranznath an der Abgangsstelle der Sutura parietalis hängt eine Eigenthümlichkeit des Vorderrandes des Scheitelbeins zusammen. Nach der geläufigen anatomischen Erfahrung besitzt das menschliche Scheitelbein am ausgewachsenen Schädel eine ziemlich regelmässig viereckige Gestalt, die beiden Seitenränder und der Oberrand zeigen annähernd geradlinigen Verlauf. Dagegen ist der Vorderrand des rechten Scheitelbeins mit vollkommen trennender querer Scheitelbeinnath winkelig eingebogen in der Weise, dass der Rand von oben bis zum Beginn der Parietalnath nach einwärts, dagegen von hier aus in seiner unteren Strecke wieder nach auswärts gewendet ist.

In diesen zum Ursprung der Parietalnath einspringenden Winkel des Scheitelbeins legt sich ein nach hinten vorspringender, dem betreffenden Scheitelbeinausschnitt in der Form vollkommen angepasster zackenförmiger Fortsatz des Stirnbeins. Auch diese Bildung steht nicht im Einklang mit den bekannten typischen Formverhältnissen des Stirnbeins des erwachsenen Menschen. Unser Schädel zeigt auch links, wenn auch etwas weniger stark markirt, sowohl den Ausschnitt im Vorderrand des Scheitelbeins als den diesen ausfüllenden vorspringenden Fortsatz des Hinterrandes des Stirnbeins.

Diese letzterwähnte Differenz von dem gewohnten Verhalten scheint besonders beachtenswerth. Bei den ausgewachsenen Menschenschädeln verläuft fast ausnahmslos der Hinterrand des Gesammt-Stirnbeins in einer regelmässig gekrümmten Linie, einen Bogen mit (in der Mitte offener) Sehne[1]) darstellend, dabei liegt der Hinterrand des menschlichen Stirnbeins im Ganzen nahezu in einer Ebene. Stellt man das isolirte menschliche Stirnbein mit seinem Hinterrande auf eine ebene Unterlage, so liegt auf letzterer der ganze Hinterrand, meist so gut wie vollkommen, gleichzeitig auf und zwar sowohl der der Squama frontalis als der den Partes orbitales angehörende Abschnitt. Das gilt namentlich für die Innenkante des menschlichen Stirnbein-Hinterrandes. Die der inneren Glastafel entsprechende Innenkante des menschlichen Stirnbeins ist in ihrem ganzen Verlaufe fast zackenlos, dagegen ist die Aussenkante in den oberen Abschnitten der Kranznathhälften stark gezackt. Aussen- und Innenkante liegen nur in dem oberen, etwa bis zur Höhe der Stirnhöcker reichenden Abschnitt der Kranznath sehr annähernd in gleicher Ebene. In den unteren Abschnitten des Stirnbein-Hinterrandes tritt in steigendem Grade die Vorderkante weiter nach vorn und

[1]) Von den Partes orbitales gebildet.

verliert dabei ihre äusseren Zähne und Zacken. Auf dieser Strecke schiebt sich die Aussenkante des Vorderrandes des Scheitelbeins bei allen Menschenschädeln schuppenartig über den Hinterrand des Stirnbeins herüber. Darauf beruht der Verlust der äusseren Zackung der unteren (Schläfen-)Abschnitte der Kranznath des Menschenschädels. Wirklich verschwunden sind die Zacken der Kranznath auch an diesen äusserlich einfach erscheinenden Stellen nicht. Sie sind sogar am Stirnbein gut ausgebildet, werden aber von dem sich darüberschiebenden Vorderrand des Scheitelbeins verdeckt und dadurch in die Tiefe der Nath gerückt.

Bei dem hier beschriebenen Schädel mit Verdoppelung der Scheitelbeine springt, wie oben beschrieben, vom Hinterrande jeder Stirnbeinhälfte ein zackenartiger Fortsatz nach hinten vor. Der Hinterrand des Stirnbeins liegt bei ihm sonach nicht in einer Ebene. Würde man das Stirnbein isolirt mit seinem Hinterrand auf einen Tisch stellen, so würde dasselbe gleichzeitig nicht mit dem ganzen Hinterrand, sondern nur mit vier (resp. drei) Punkten die Tischplatte berühren, mit den Spitzen der beiden zackenartig vorspringenden Fortsätze und entweder mit den beiden hintersten untersten Punkten des Stirnbeins oder mit der Mitte des Oberrandes.

Auch der Hinterrand des vollkommen getheilten rechten Scheitelbeins zeigt an der Stelle, wo die Parietalnath die Lambdanath berührt, eine winkelige Einziehung, nicht so stark wie jene am Vorderrand, aber doch deutlich genug ausgeprägt, um dem Umriss des getheilten Scheitelbeins im Ganzen eine, wenn auch etwas unregelmässige, Sanduhrform zu ertheilen; die Einziehungsstellen der letzteren entsprechen dem Ansatz der Parietalnath, einerseits an der Kranznath, andererseits an der Lambdanath. Auch am unvollkommen getheilten linken Scheitelbein zeigt sich der Hinterrand an der Stelle, an welcher die in Gedanken verlängerte (theilweise offene) Parietalnath die Lambdanath treffen würde, eine gut markirte Einziehung.

Den eben beschriebenen winkeligen Einziehungen der Hinterränder der beiden Scheitelbeine entsprechen jederseits je ein winkelig in die Scheitelbeine einspringender zackenartiger Fortsatz der Hinterhauptsschuppe. Der Verlauf der beiden Schenkel der Lambdanath weicht hier sonach von der Norm des männlichen erwachsenen Schädels, wenn auch weniger auffallend, doch in ähnlichem Sinne ab, wie das für den Verlauf der Coronarnath oben nachgewiesen wurde.

Im Allgemeinen erscheint der schöne vortrefflich erhaltene männliche Schädel auf den ersten Blick von normaler Gestalt, eine eingehendere Besichtigung weist jedoch noch eine Anzahl weiterer Anomalien nach.

Die Zähne sind alle vortrefflich erhalten und wenig abgekaut. Die dritten Molaren sind eben im Durchbruch begriffen, im Oberkiefer links und im Unterkiefer rechts haben sie die Alveolen schon geöffnet. Die Form des Schädels zeigt sowohl im Hirnschädel wie im Gesichtsschädel den ausgesprochenen südbayerischen Typus. Der Hirnschädel ist brachycephal, hoch; der Gesichtsschädel mittelbreit mit ziemlich hervortretenden Wangenbeinen aber tiefer Fossa canina und überhaupt gut modellirt. Die Nase ist schmal und hoch, die Nasenwurzel etwas tief, nach vorn jedoch ist das Nasendach elegant aquilin gewölbt. Die Augenhöhlen sind weit, aber annähernd viereckig, ihr Querdurchmesser entschieden nach aussen und abwärts geneigt. Der Unterkiefer ist schön modellirt, kräftig und doch fein mit gut ausgebildetem Kinn, hinten mit scharf ausgeprägtem Kinnstachel. Der Gaumen

zeigt einen flachen Gaumenwulst. Die Mastoidealfortsätze sind kräftig wie auch die gesammte Knochenmodellirung, speciell die der äusseren Fläche des Hinterhauptbeins.

Die in ihrem ganzen Verlaufe offene Lambdanath zeigt einige kleine Worm'sche Knochen, welche rechts die in den Ausschnitt des Hinterrandes des vollkommen getheilten Scheitelbeins einspringenden fortsatzartigen Zacke der Hinterhauptsschuppe mitbilden helfen. An der Grenze zwischen Ober- und Unterschuppe des Hinterhauptbeins finden sich rechts und links die Reste einer verwachsenen und grösstentheils verstrichenen fötalen queren Hinterhauptsnath, rechts 37 Millimeter lang, links etwas kürzer.

Der Schädel zeigt eine geringe Assymmetrie der Schädeldachwölbung. Die Stirn erscheint im Ganzen etwas fliehend, links ist sie etwas abgeflacht. Die Stirnhöcker sind nur schwach angedeutet. Auch der vordere Abschnitt des linken Scheitelbeins ist etwas abgeflacht. Durch diese Abflachungen erscheint die rechte Schädeldachhälfte schwach hervorgewölbt. Scheitelbeinhöcker treten eigentlich gar nicht hervor. Die grösste Auswölbung des Scheitelbeins fällt rechts auf die Kante des unteren, links auf den unteren Theil des oberen Scheitelbeinabschnittes.

Die geringe Assymmetrie des Schädeldachs steht in Verbindung mit einer vorzeitigen Verwachsung grosser normaler Schädelnäthe. Die Pfeilnath zeigt eine vollkommene Synostose und Verstreichung, sodass keine Spuren von ihr bemerkbar sind; ebenso ist die obere Hälfte der linken Kranznath vollkommen verwachsen und verstrichen, die untere Hälfte bis zur Spheno-frontalnath am Oberrand des grossen Keilbeinflügels ist dagegen offen. Auf der rechten Schädelseite ist das von dem Ursprung der Parietalnath horizontal nach vorwärts gerichtete Stück der Kranznath, welche hier den Oberrand des fortsatzartig in das Stirnbein einspringenden vorderen Endstückes des unteren Abschnittes des zweigetheilten Scheitelbeins darstellt, zum Theil verwachsen, auf eine Strecke von circa 14 Millimeter. Auch die hintere Hälfte der Schuppennath zeigt zum Theil vollkommene Verwachsung und beginnende Verstreichung. An der Schädelbasis ist die Spheno-basilar-Fuge durch alte Verknöcherung geschlossen. Alle anderen Näthe des Schädels sind normal und noch offen, speciell möchte ich das auch für die Näthe in den Augenhöhlen hervorheben, auf deren gelegentliche vorzeitige Verwachsung seit Soemmering's Angaben[1]) Werth zu legen ist.

Bei den ausgedehnten Verwachsungen von Schädelnäthen erscheint die doch nur recht geringe Assymmetrie des Schädels auffallend. Die Abflachung des linken Hirnschädelgewölbes beträgt im Vergleich mit der stärkeren Hervorbuchtung des rechten nur 0,5 Centimeter: Der rechte halbe Verticalbogen, von der Ohrleiste senkrecht zur deutschen Horizontale bis zum Scheitel gemessen, beträgt 155 Millimeter, der linke Bogen ebenso gemessen 150 Millimeter. Das Hinterhaupt ist wohl gerundet.

Es scheint keinem Zweifel zu unterliegen, dass diese geringfügige Beeinflussung der allgemeinen Schädelform durch die vorzeitigen Verwachsungen der genannten Näthe dadurch bedingt wird, dass der Schädel in den offenen Parietalnäthen die Mittel zu einer dem Gehirnwachsthum entsprechenden normalen Ausdehnung besass. Ein ähnliches Verhältniss zeigt sich bekanntlich häufig bei Schädeln mit erhaltener Stirnnath bei vorzeitiger Verwachsung anderer Näthe oder Fugen, oder ebenso bei Offenbleiben der grossen queren fötalen Hinterhauptsnath.

---

[1]) s. unten l. c.

Auch die Scheitelbeinnath stammt aus dem Fötalleben. Ihr Offenbleiben bis zum erwachsenen Alter hat bei unserem Schädel eine compensatorische Bedeutung für die Ermöglichung eines dem Hirnwachsthum entsprechenden relativ normalen Wachsthums des Schädelgewölbes trotz der durch die vorzeitige Nathverwachsung intentirten einseitigen Verengerung und Verzerrung der letzteren, ganz entsprechend der compensatorischen Wirkung für das Schädelwachsthum von Seite anderer fötaler Näthe. In dem eben erwähnten Verhältniss liegt sonach auch eine Andeutung über die individuelle Ursache des Offenbleibens der Parietalnäthe unseres Schädels.

Aus den Untersuchungen Hyrtl's über einen dem meinen ähnlichen Befund an einem erwachsenen europäischen Schädel, worüber unten ausführlich berichtet werden soll, ist eine Angabe in der anatomischen Literatur haften geblieben: „dass die transversale Parietalnath in der Richtung der Linea semicircularis superior verläuft.“ [1])

Unser Fall bringt den schlagenden Gegenbeweis gegen diese bisher noch vielfach acceptirte Meinung des grossen Wiener Anatomen.

Auf beiden Seiten des Schädels sind die doppelten Schläfenlinien scharf und deutlich ausgeprägt, von denen die untere, wie Hyrtl constatirt hat, dem Ansatz des Musculus temporalis entspricht, die obere nach Hyrtl die Verwachsungsleiste der queren Parietalnath resp. des oberen und unteren Scheitelbeinabschnittes sein soll.

In der That entspricht der Verlauf der beiden halbkreisförmigen Schläfenlinien der rechten Schläfenseite meines Schädels mit rechts vollkommen getrenntem Scheitelbein dem Befund Hyrtl's an dem von ihm beschriebenen Schädel.

Die quere Scheitelbeinnath entspricht bei dem bayerischen Schädel in ihrem mittleren Verlauf dem der oberen halbkreisförmigen Linie. Diese liegt hier zwar nicht in der Nath selbst, aber doch direkt unter derselben, einen etwas erhöhten Unterrand der Nath bildend, von dem aus sich die Nathzacken des unteren Scheitelbeinabschnittes gleichsam erheben. Etwa 30 Millimeter vor der Lambdanath biegt aber die obere halbkreisförmige Schläfenlinie von der Richtung der queren Scheitelbeinnath ab. Auch vorne erreicht die obere halbkreisförmige Linie erst nach einem Verlauf von 20 Millimeter von der Kranznath ab die quere Scheitelbeinnath. Wie gewöhnlich an allen kräftig entwickelten Schädeln erwachsener Männer sind auch schon auf dem Stirnbein die obere und die untere halbkreisförmige Schläfenlinie scharf ausgeprägt. Der Hyrtl'sche Satz gilt sonach hier, wie bei dem von ihm beschriebenen Fall nach seinen eigenen Angaben, nur für einen Abschnitt des Verlaufes der oberen halbkreisförmigen Schläfenlinie. Diese misst bei unserem Schädel 190 Millimeter, die Strecke, auf welcher sie mit der queren Scheitelbeinnath annähernd zusammenfällt, misst nur 70 Millimeter, also kaum mehr als $^1/_3$ der ganzen Länge der oberen Schläfenlinie, $^2/_3$ der oberen halbkreisförmigen Schläfenlinie muss sich sonach aus einem anderen Grunde erklären als aus dem von Hyrtl angenommenen. Die untere Schläfenlinie streicht auf der rechten Schädelseite etwa 10 Millimeter unter der oberen Linie.

Vollkommen ausgeschlossen erweist sich die Hyrtl'sche Deutung auf der linken Schläfenseite unseres Schädels: Hier steht die scharf ausgeprägte obere halbkreisförmige Schläfenlinie in ihrem ganzen Verlauf weit über der Parietalnath, die Entfernung wächst

---

[1]) Das Nähere s. unten bei Hyrtl.

von 10 Millimeter bis auf 15 Millimeter. Auch die untere halbkreisförmige Schläfenlinie, welche dem Ansatz des Schläfenmuskels entspricht, liegt noch über der Scheitelbeinnath.

Weitere unanfechtbare Beweise für das Nicht-Zusammenfallen von Parietalnath und oberer halbkreisförmiger Schläfenlinie werden die folgenden Mittheilungen beibringen. Die *Hyrtl*'sche Lehre über dieses Verhältniss hat danach aus den Lehrbüchern der Anatomie wieder zu verschwinden.

Von anderer Seite wurde neuerdings angedeutet, dass vielleicht ein Zusammenhang zwischen dem Verlauf der queren Scheitelbeinnath und dem eines Astes der Arteria meningea media bestehen möchte. Dem gegenüber habe ich zu bemerken, dass bei meinem Fall die Gefässfurchen auf der inneren Schädelfläche über die Nath weglaufen, ohne irgend welche Rücksicht auf sie zu nehmen, als wäre sie nicht vorhanden.

Aus den Messungen des Schädels seien noch die folgenden Werthe mitgetheilt:

		Millimeter	
Hirnschädel:	Länge	170	Index 82,4
	Breite	140	
	Höhe	126	
	Ohrhöhe	118	
	kleinste Stirnbreite	100	
	Sagittalumfang	345	
	davon Stirnbogen	110	
	„ Scheitelbeinbogen	121	
	„ Hinterhauptsbogen	114	
	Horizontalumfang	490	
	Querbogen	305	
	davon rechte Hälfte	155	
	„ linke „	150	
	Capacität: 1350 Cubiccentimeter.		
Gesichtsschädel:	Jochbreite	128	Index 90,6
	Gesichtshöhe	116	
	Mittelgesichtshöhe	70	
	Mittelgesichtshöhe bis Mundspalte	81	
	Nasenhöhe	56	Index 41,1
	Nasenbreite	23	
	Augenhöhlenhöhe	33	Index 86,8
	Augenhöhlenbreite	38	
	Profilwinkel	84°	

Auch abgesehen von der Verschiedenheit der Grösse verhalten sich *der obere und der untere Scheitelbeinabschnitt*, welche durch die Parietalnath von einander getrennt erscheinen, keineswegs gleichartig. Vor Allem ist es die *Verschiedenheit in der Nathbildung*, welche in die Augen fällt. Während der obere Scheitelbeinabschnitt an allen vier Seiten durch Zackennäthe begrenzt wird, besitzt der untere Abschnitt nicht nur gegen die Schläfenbeinschuppe und die Ala magna eine Schuppennath, sondern auch seine vordere Begrenzung wird, wie oben dargestellt ist, durch eine wesentlich die Charaktere einer Schuppennath zeigende einfache Verbindung hergestellt. Von der Parietalnath an nimmt die, über der letzteren die Form der Zackennath darbietende, Kranznath die Eigenschaften einer Schuppen-

nath an, indem das Scheitelbein hier mit seinem vorderen Rand den Hinterrand des Stirnbeins deckt. Uebrigens zeigt doch auch die Scheitelbeinath selbst, trotz ihrer vielen Zacken, nur eine Zwischenform zwischen Zacken- und Schuppennath. Die Zacken der Scheitelbeinnath werden so gut wie ausnahmslos von dem oberen Rand des unteren Scheitelbeinabschnittes geliefert und liegen auf dem sich zuschärfenden unteren Rand des oberen Scheitelbeins auf, welch letzterer zwischen die Nathzacken des unteren Scheitelbeinabschnittes nur vereinzelte schmale Knochenbälkchen einschiebt. Die Art der beginnenden Verstreichung der Parietalnath auf der linken Schädelseite entspricht auch ganz der Verwachsung einer Schuppennath.

Im concreten Fall erscheint die individuelle Besonderheit der unteren Scheitelbeinabschnitte noch dadurch prägnanter hervorgehoben, dass dieselben in sagittaler Richtung beträchtlich viel weiter nach vorne sich erstreckte als die oberen, wodurch das mehrfach erwähnte fortsatzartige Einspringen des unteren Abschnittes des Scheitelbeins in das Stirnbein hervorgerufen wird, sowie die horizontale Abknickung der Kranznath nach vorn von dem Abgangspunkt der Scheitelbeinnath an.

Bei allen ungetheilten Scheitelbeinen erinnert wenigstens der Wechsel in der Form der Nath, das Einfachwerden der Kranznath jederseits in ihrem unteren Abschnitt, während ihr oberer Abschnitt alle Eigenschaften einer ächten Zackennath aufweist, an die hier eben angedeutete Individualisirung beider Scheitelbeinabschnitte. Gelegentlich findet sich auch bei erwachsenen Schädeln das Einziehen des vorderen Scheitelbeinrandes an der Stelle des Formwechsels der Kranznath und dieser Einziehung des Scheitelbeins entspricht dann oft eine nach hinten vorspringende Zacke des Stirnbein-Hinterrandes. Etwas häufiger findet sich eine entsprechende Bildung am Hinterrande des Scheitelbeins: winkelige Einziehung in dem unteren Abschnitt seines Verlaufes und Einspringen eines zackenförmigen Fortsatzes der Lambdanath resp. des Randes der Hinterhauptsschuppe. In einem vereinzelten Fall habe ich bei dem Schädel eines Erwachsenen ohne alle sonstige Spur einer früher bestandenen sagitallen Trennung der Scheitelbeine das fortsatzartige Vorspringen des unteren Scheitelbeinabschnittes in das Stirnbein constatirt.

Neben diesen relativ schwachen Andeutungen einer in früheren Lebensperioden möglicher Weise bestandenen Trennung des oberen und des unteren Scheitelbeinabschnittes, ist es mir auch gelungen, einige Schädel Erwachsener zu finden, bei welchen, ähnlich wie auf der linken Seite des im Vorstehenden beschriebenen Schädels, eine unvollständige Scheitelbeinnath, Sutura parietalis incompleta, vorhanden war. Die Theilung der diese unvollständige Scheitelbeinnath aufweisenden Scheitelbeine war dementsprechend nur eine unvollständige.

Diese Schädel mit unvollständiger Theilung des Scheitelbeins gehören alle der südbayerischen Bevölkerung an, aus welcher auch der beschriebene Schädel mit vollständiger Theilung stammt. Die nun zu besprechenden Schädel fand ich unter Schädeln der altbayerischen Landbevölkerung.[1])

[1]) J. Ranke, Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern, Bd. I, München, 1883. Riedel'sche (jetzt Bassermann'sche) Buchhandlung. S. 90 ff. Auch in: J. Ranke, Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns, Bd. II, S. 29 f., 1879, München. Riedel'sche (Bassermann'sche) Buchhandlung.

Die unvollkommen trennende Scheitelbeinnath habe ich an 3 Schädeln Erwachsener constatirt.

Ein Schädel im Ossuarium von Aufkirchen am Starnbergersee (Nr. 405 der Original-Untersuchungsliste) zeigte im rechten Scheitelbein eine von der Lambdanath ausgehende Horizontalnath, welche das Scheitelbein etwa halbiren würde, 63 Millimeter in sagittaler Richtung in das Scheitelbein einschneidend, dessen Gesammtlänge 145 Milimeter betrug.

Aus dem gleichen grossartigen, nun schon längst mit all seinen kraniologischen Schätzen von der Erdoberfläche verschwundenen Beinhaus von Aufkirchen, zeigte ein thurmkopfähnlicher Schädel (Nr. 799 der Original-Untersuchungsliste) beiderseits die gleiche Besonderheit. Rechts und links verlaufen etwa von der Mitte jedes Lambdanathschenkels aus je eine zackige Horizontalnath in das Scheitelbein, rechts 20, links 15 Millimeter einschneidend. Der Schädel hatte auch noch andere Besonderheiten, nämlich beiderseits Spuren der fötalen Sutura occipitalis transversa, so wie einen wahren, kleinen, hinteren Fontanellknochen.

Der dritte und letzte Schädel, welcher hier zu erwähnen ist, fand sich in dem Ossuarium zu Beuerberg (Nr. 279 der Original-Untersuchungsliste). Er besass rechts einen Processus frontalis squamae temporis completus, 5,5 Millimeter lang, in einer Breite von 6 Millimeter am Stirnbein ansitzend; links einen vollständig trennenden Schläfenschaltknochen, 23 Millimeter lang und 13 Millimeter breit; ausserdem Stirnnathrest von der Sagittalnath ausgehend, 19 Millimeter lang. Von der Mitte des rechten Schenkels der Lambdanath aus verläuft eine Horizontalnath in das Scheitelbein, 58 Millimeter lang.

So gering auch die Anzahl der hier aufgezählten vier Schädel erwachsener Personen mit theils vollkommener, theils unvollkommener Trennung der Parietalia durch Quernath in der That ist, so ergeben sie doch die ersten und bisher einzigen Anhaltspunkte für eine Statistik der Häufigkeit des Vorkommens des **„Parietale bipartitum“** unter einer geschlossenen, einheitlichen Bevölkerungsgruppe, und zwar jener Südbayerns.

Unter Einrechnung von Schädeln der Stadtbevölkerungen habe ich die Anzahl der speciell auf das Vorkommen der queren Scheitelbeinnath untersuchten Schädel südbayerischen Stammes auf die Zahl 3000 gebracht:

Unter 3000 Schädeln **erwachsener Süd-Bayern** fand ich

1 Schädel mit vollkommen trennender Scheitelbeinnath,
3 Schädel mit unvollkommen trennender Scheitelbeinnath.

Im Ganzen habe **ich** 6 durch Parietalnath getheilte Scheitelbeine erwachsener südbayerischer Schädel beobachtet. Unter diesen zeigte nur 1 Scheitelbein eine vollkommene Trennung durch eine in ihrem ganzen Verlauf offene Scheitelbeinnath. Von den 5 übrigen Scheitelbeinen mit unvollkommener Trennung in sagittaler Richtung ging bei 4 die Parietalnath von der Lambdanath, und nur bei 1 (dem linken Scheitelbein des Schädels mit vollkommen getheiltem rechten Scheitelbeine) von der Kranznath aus.

2. Aeltere Beobachtungen über das Vorkommen der Scheitelbeinnath an Schädeln erwachsener Menschen.

Die Anzahl meiner im Vorstehenden mitgetheilten Beobachtungen über das Vorkommen der Scheitelbeinnath an 4 Schädeln erwachsener Menschen ist gering, immerhin ist die Anzahl der beobachteten Fälle die grösste, welche bisher ein einzelner Beobachter selbständig zu untersuchen Gelegenheit gefunden hat.

Nur aus der Seltenheit solcher Gelegenheit erklärt es sich, dass ein so gewiegter Kenner, wie es Wenzel Gruber gewesen ist, einen erworbenen Schädelbruch, eine Fissur, mit beginnender Callusbildung, welche gemeinschaftlich Scheitelbein und Hinterhauptschuppe schief durchsetzen, für einen Fall von wahrem „Parietale bipartitum" beschreiben konnte.[1])

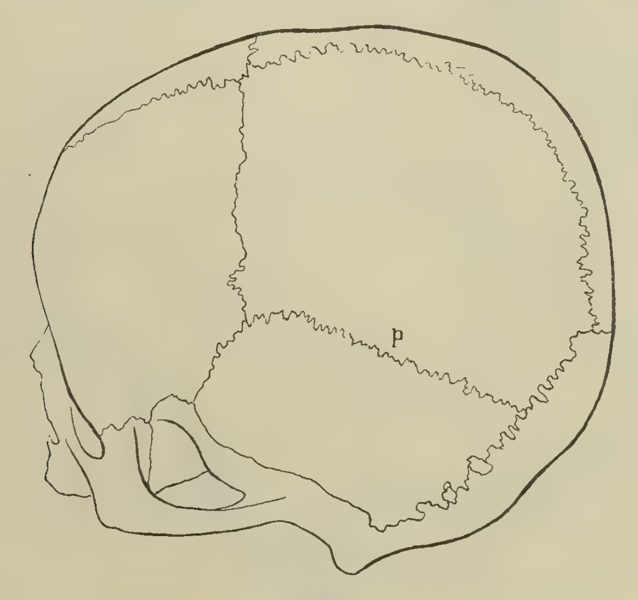


Fig. 3.
Tarin's Schädel mit p Parietalnath im linken Scheitelbein.

Die älteste, mir bekannt gewordene Nachricht über das Vorkommen der Scheitelnath an einem erwachsenen Schädel, Fig. 3, stammt aus dem Jahre 1753. In seiner noch immer bewunderungswerthen „Osteographie" berichtet Tarin:

„Herr Winslow hat mir einen Schädel mitgetheilt, an welchem man eine höchst seltene Nath beobachtet, welche eines der Scheitelbeine quer durchsetzt."[2])

---

[1]) Wenzel Gruber, Ueber congenitale Theilung der Parietale durch eine quere oder schräge Sutur. R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie und für klinische Medicin, Bd. 50, 1870, S. 113—124. Mit Taf. IV, Fig. 1. S. dazu J. Hyrtl, Die doppelten Schläfenlinien. (Genaue Titel s. unten) S. 47.

[2]) Tarin, Osteographie. Paris 1753, S. XVI und XXVIII. Planche V mit der Erklärung: „On y voit la suture p, qui divise le pariétal en deux parties de devant en arriere." Fig. 3, schematisirte Copie.

In diesem Falle war das linke Scheitelbein durch eine quere, der Pfeilnath parallel laufende Nath, vollkommen in ein unteres kleineres, und ein oberes grösseres Stück, beide annähernd vierseitig, getheilt. Die etwas mangelhafte Abbildung lässt so viel erkennen, dass die quere Scheitelbeinnath p in ihrem ganzen Verlauf stark gezackt ist. Die Kranznath zeigt da, wo die Scheitelbeinnath abgeht, die oben beschriebene Knickung nach vorwärts, d. h. der obere und der untere Scheitelbeinabschnitt sind, wie in meinem Falle, winkelig von einander abgesetzt, ebenso springt in diesen winkeligen Ausschnitt des Vorderrandes des Scheitelbeins ein zackenförmiger Fortsatz des hinteren Stirnbeinrandes ein. Der Schädel zeigt auch eine offene Stirnnath. —

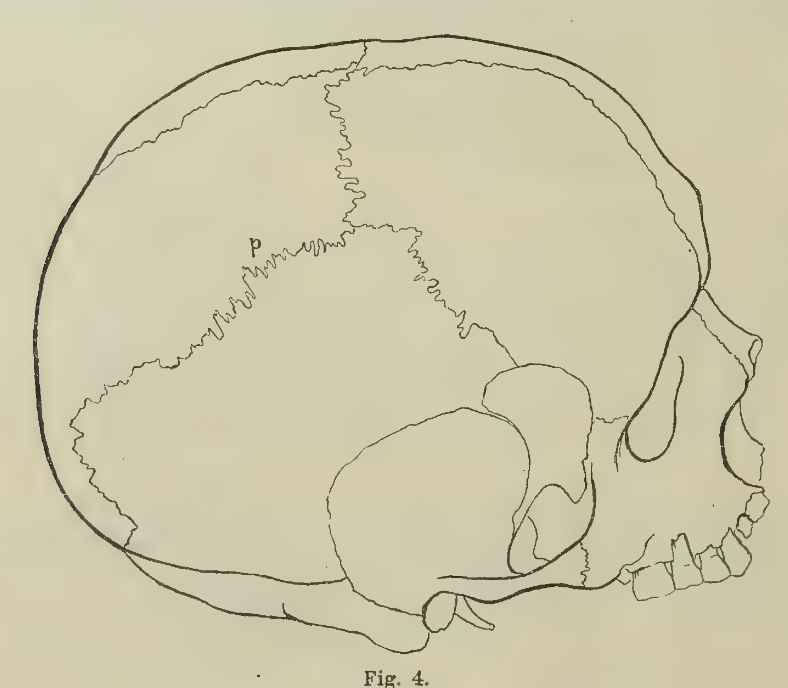


Fig. 4.
Soemmering's Schädel mit doppelseitiger p Parietalnath, rechte Seite.

Im Jahre 1876 beschrieb Th. Soemmering[1]) einen Schädel, Fig. 4, dessen „Scheitelbeine durch Näthe getrennt sind". Ohne die ältere Beschreibung einer solchen Theilung zu erwähnen, berichtet Soemmering, dass dieser merkwürdige, noch gut erhaltene Schädel in einem Beinhaus gefunden worden sei, und sich damals, als er denselben sah, in der Knochensammlung des älteren Professors Gotthardt in Bamberg befunden habe:

„Beide Scheitelbeine (ossa parietalia) sind ziemlich symmetrisch, und jedes wird durch eine der Länge nach laufende Nath p in zwei Hälften abgetheilt. Nach vorn ist die Nath sehr gezähnelt und am hinteren Ende hat sie ein Paar Zwickelbeinchen. So zeigt auch die Lambdanath, auf welche sie stösst, mehrere solcher Knochenstückchen. Der Zitzenfortsatz ist gleichfalls durch eine Nath getheilt.

---

[1]) Zeitschrift für Physiologie von F. Tiedemann, G. R. und L. Ch. Treviranus, Bd. II, Heft I, S. 1 f. Darmstadt 1826. Taf. 1, Fig. 1 und 2, davon Fig. 4 und 5 schematisirte Copien.

Auf der linken Seite, Fig. 5, ist die Scheitelbeinnath ebenfalls stark gezackt und ganz offen, das durch die Nath abgetrennte untere Stück des Scheitelbeins ziemlich genau ebenso gross, wie auf der rechten Seite. Die Zwickelbeinchen der Lambdanath sind kleiner. Die Theilung des Zitzenfortsatzes ist stärker als auf der rechten Seite. Von der Pfeilnath ist ein Theil, ungefähr in der Mitte, obliterirt. Das Stirnbein ist durch eine Nath getheilt. Der Schädel scheint von einem 30 bis 50jährigen Mann zu sein. — Verwachsen sind an ihm auf beiden Seiten in der Augenhöhle die Nath, welche sonst das Stirnbein von Siebbein und Grundbein trennt, und zwar sowohl auf das vollkommenste die Sutur, die sich zwischen dem kleinen Flügel des Keilbeins und dem Stirnbein findet, als grösstentheils die zwischen dem grossen Flügel und dem Stirnbein. Das rechte obere Scheitelbein, sowie die rechte Hälfte des Hinterhauptbeins,



Fig. 5.
Derselbe Schädel wie Fig. 4 von links.

sind nach hinten zu vorgetrieben, der Kopf ist daher etwas schief. Die abnormen Suturen scheinen, soweit man ohne Aufschneiden erkennen kann, inwendig obliterirt zu sein. Es lässt sich nicht bezweifeln, dass diese Varietät der Näthe angeboren ist, weil sie so symmetrisch auf beiden Seiten erscheinen, und sonst keine starken Zwickelbeinchen vorhanden sind.“ —

J. Chr. G. Lucae[1]) beschreibt in seinem Werke: „Zur Architektur des Menschenschädels“, 1857, einen von W. Soemmering der anatomischen Sammlung des Senckenberg'schen Institutes in Frankfurt a. M. geschenkten Schädel, Fig. 6:

„welcher sich bei vollkommenem Offensein aller Näthe, durch eine Trennung des rechten (in der Abbildung Lucae's linken!) Scheitelbeins in eine obere und untere Hälfte auszeichnet. Die abnorme Nath läuft in horizontaler Richtung vom unteren Ende der sutura coronalis zur sutura lambdoidea, und zeigt uns in ihren Zacken das untere Stück des Scheitelbeins auf

---

[1]) J. Chr. G. Lucae, Zur Architektur d. Menschenschädels I, 1857, S. 27, Tafel XI u. l. c. S. 12.

dem oberen aufliegend" (also wie in unserem Fall des südbayerischen Schädels schuppenartig). „Während aber dieses aus zwei Stücken zusammengesetzte rechte (sic!) Scheitelbein weit umfangreicher als das linke einfache ist, die rechte Schläfenschuppe dagegen niederer als die linke, so sind nichtsdestoweniger beide Hälften des Schädels nicht gleich, sondern die rechte ist weit ausgedehnter. Da letztere nämlich dem gegen sie drückenden Gehirn (durch die grössere Zahl ihrer Nathstellen) einen geringeren Widerstand entgegensetzt als die linke, so konnte sich die rechte Hirnhälfte weit freier ausdehnen."

An einer anderen Stelle derselben Publikation[1]) sagt Lucae, der betreffende Schädel „besitzt — eine Nath über die Mitte des rechten Scheitelbeins von dessen vorderen bis hinteren Ende verlaufend".

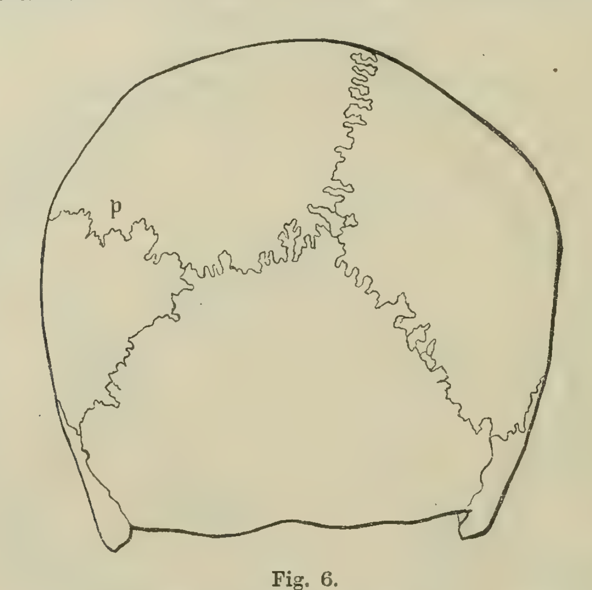


Fig. 6.
Lucae's Schädel mit p Parietalnath, unsymmetrisch, nach der Parietalnathseite ausgebaucht.

Im Jahre 1862 erwähnt Hermann Welcker[2]) die „Längstheilung des Scheitelbeins" an einem Schädel eines 25jährigen Mannes der Jenaer Sammlung. H. Welcker weist dabei auf die ersten Beobachtungen und Literaturangaben Wenzel Gruber's hin, welche unten besprochen werden sollen. Ueber den von ihm selbst beobachteten Schädel sagt Welcker:

„Alle Näthe klaffend. Offene Stirnnath. Linkes Scheitelbein durch eine der sutura sagittalis nahezu parallele, fein limböse Nath, in zwei Hälften getheilt, deren obere, grössere vom Planum semicirculare eben berührt wird, während die untere, kleinere an ihrem oberen Rand eine mässig vorspringende Stelle zeigt, welche dem normalen Sitz des Scheitelbeinhöckers entspricht. Die Mitte der linken lambdoidea enthält mehrere, die Mitte der linken coronalis ein kleines, an die Scheitelbeinnath stossendes Zwickelbein; in der rechten lambdoidea dagegen findet sich ein grosser, in das Hinterhauptbein einspringender Schaltknochen von 50 Millimeter Länge und 30 Millimeter Höhe."

---

[1]) l. c. S. 12.

[2]) H. Welcker, Untersuchung über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. I. Theil, 1862, S. 108 u. 109.

Bezüglich der individuellen Veranlassung des Offenbleibens der queren Scheitelbeinnath stimmt Welcker etwa mit Lucae überein, er sagt: „Der hier vorhandenen überzähligen Längsnath verdankt das Scheitelbein der betreffenden (linken) Seite eine erhebliche Vergrösserung seiner Höhe, so dass das vordere Ende der Pfeilnath um 8 Millimeter gegen das hintere Ende der Stirnnath verschoben ist, der Frontalrand des vergrösserten linken Scheitelbeins mithin nicht nur an das linke, sondern theilweise an das rechte Semifrontalbein angrenzt. Es zeigt aber ferner auch der gesammte Schädel — — in Folge jener assymmetrischen Nathvertheilung einen, wenn auch mässigen, doch immerhin merklichen Grad von Schiefheit. Vielleicht könnte, was diese Schiefheit anlangt, es auffallend gefunden werden, dass der Grad derselben mit dem hohen Grad der hier von Kindheit an vorhandenen Assymmetrie der Näthe in keinem Verhältnisse steht. Aber offenbar hat dieser Schädel dadurch, dass die Pfeilnath und die neuhinzugetretene Längsnath ein nur beschränktes Maass des Randwachsthums entfalteten, die normale, dem vorliegenden Gehirn entsprechende Schädelgestalt nahezu bewahrt, und es tritt in diesem und in anderen Fällen deutlich hervor, dass nicht einfach und ausschliesslich nach Vorrath und Bildung der Näthe — wie Mehrere glauben — sondern wesentlich auch nach Maassgabe des Gehirnwachsthums das Schädelwachsthum regulirt wurde.“

Wichtiger sind H. Welcker's Ansichten über die allgemeinen entwickelungsgeschichtlichen Grundlagen für das Auftreten der Scheitelbeinnath:

„Was nun die Entwickelung des längsgetheilten Scheitelbeins dieses Schädels betrifft, so hat hier sicherlich nicht eine derartige Vermehrung der Verknöcherungspunkte vorgelegen, dass zu irgend einer Zeit links zwei tubera parietalia entwickelt gewesen wären. Von jenen Knochenstrahlen, welche am Kinderschädel die Lage der tubera demonstriren, ist freilich hier keine Spur mehr zu sehen und nur auf die Wölbung des Knochens vermag ich meine Vermuthung zu stützen, dass ganz an der normalen Stelle ein einfaches tuber parietale vorhanden sei, während aus irgend einem mir unbekannten Grunde die Knocheninselchen der oberen Hälfte des embryonalen Scheitelbeins mit denen der unteren Hälfte nicht verschmolzen sind, sondern sich zu einem selbständigen Knochenstück entwickelten.“

Einen Fall, in welchem der Parietale durch eine horinzontale Nath getheilt ist, beschrieb 1867 Calori,[1]) die Abhandlung war mir nicht zugänglich.

Wir verdanken Wenzel Gruber die ersten Literaturzusammenstellungen über die Fälle von Theilung des Scheitelbeins in zwei seiner Aufsätze in R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie.[2])

Das erste Beispiel, welches er beobachtete, beschrieb W. Gruber schon im Jahre 1851. Der Fall gehört jedoch nicht in diesen Abschnitt der Betrachtungen, da er nicht am Schädel eines Erwachsenen, sondern eines neugeborenen Kindes beobachtet war.[3]) H. Welcker bezieht sich l. c. auf diesen Fall.

---

[1]) Intorno alle suture sopranumerarie del cranio umano e su quelle specialmente delle ossa parietali. Bologna 1867, Fig. 2. S. auch: R. Virchow, Ueber einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel. Abhandlungen der kgl. Akademie d. W. zu Berlin, 1875, S. 44, Anmerk. 1.

[2]) S. unten 3 und 4.

[3]) Die betreffenden Publikationen Wenzel Gruber's sind:

1. „Missbildungen.“ Mem. de l'Acad. Imp. des sc. de St. Petersburg, Ser. VII, Tom. II, Nr. 2. Bes. Abdr. Petersburg 1859, 4. Art. Anomalien bei Finger- und Zehenüberzahl. S. 2, Tab. I, Fig. 1. Schon 1852 signalisirt: Das Parietale sinistrum eines ausgetragenen männlichen Fötus durch eine quere Nath in ein oberes und unteres Stück getheilt. Die Beobachtung stammt aus dem Jahre 1852.

2. „Abhandlungen aus der menschl. und vergl. Anatomie“, St. Petersburg 1852, 4. Abhandlung, VII. Art.: „Theilung des Scheitelbeins“, S. 113, Fig. 3. Der hintere und untere Theil des Parietale

Im Jahre 1870 erschien die Veröffentlichung Wenzel Gruber's über jenen oben erwähnten, durch eine „schräge Sutur“ getheilten Schädel, welcher als pathologischer Fall nicht hierher gerechnet werden darf.[1])

Immerhin hatten die mehrfachen Mittheilungen W. Gruber's über Nathbildungen im Scheitelbein den Erfolg, das Interesse für diese so selten zu Gesicht kommenden Bildungen zu erhalten.

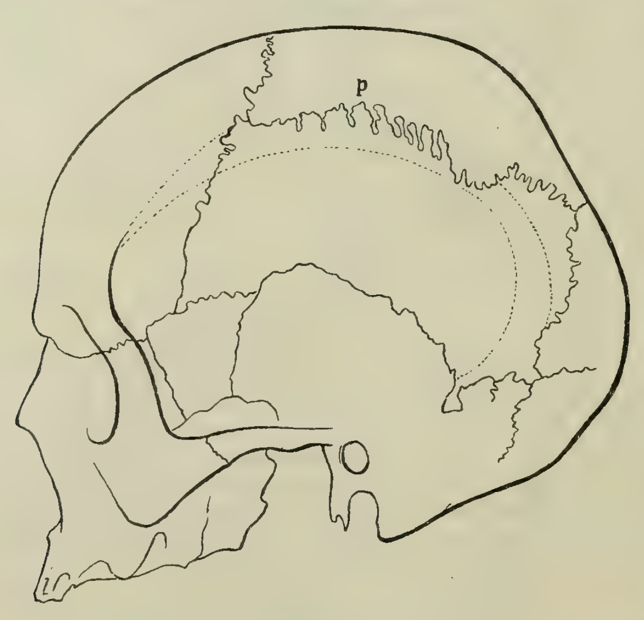


Fig. 7.
Hyrtl's Schädel mit p Parietalnath im linken Scheitelbein.

Besonders wichtig war es, dass Joseph Hyrtl 1871 in der Abhandlung: „Die doppelten Schläfenlinien der Menschenschädel und ihr Verhältniss zur Form der Hirnschale“[2]) die Frage aufgegriffen hat. Er hat zuerst die quere Scheitelbeinnath aus typischen

---

sinistrum des Schädels eines Erwachsenen ein abgesondertes Stück. Beobachtung 1852. Der Fall gehört sonach auch nicht hierher.

3. „Ueber congenitale Theilung des Parietale durch eine quere oder schräge Sutur.“ R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie, Bd. 50, Berlin 1870, S. 113, Taf. IV, Fig. 1. Das Parietale dextrum des Schädels eines 15—18-jährigen Knaben durch eine schräge Sutur in ein oberes hinteres und unteres vorderes Stück getheilt. Beobachtung 1865. Der Fall gehört nicht hierher, da es sich nicht um eine angeborene Nath, sondern um eine später erworbene pathologische Schädelfraktur handelt. S. oben S. 277.

4. „Ein Nachtrag zum Vorkommen des Parietale partitum.“ R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie, Bd. 66, 1876, S. 468, Taf. XIX, Fig. 3. Der untere hintere Theil des Parietale dextrum des Schädels eines Mannes vorgerückten Alters ein abgesondertes Stück. Beobachtung 1875. Gehört sonach auch nicht hierher.

[1]) S. oben Anmerkung 3 und 4.

[2]) Denkschriften der mathem.-naturw. Classe d. kaiserl. Akademie d. Wissensch. zu Wien, Bd. XXXII, II. Abtheilung. Sitzung am 13. Juli 1871. Mit 3 Tafeln. S. 39—50. Taf. II, Fig. 3 und 4.

Bildungsverhältnissen der Menschenschädel zu erklären versucht, und durch Mittheilung mehrerer einschlägiger Fälle die Aufmerksamkeit auf die entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse gelenkt.

Unter 2000 Schädeln seiner Sammlung fand Hyrtl einen jugendlich-männlichen Anatomieschädel „unbekannter Abstammung", also aus einem der Wiener Spitäler oder aus einem Correctionshaus stammend, welcher eine sagittale Trennung des Scheitelbeins zeigte. Der Schädel ist etwas assymmetrisch mit beginnender Synostose der Pfeil- und Lambdanath. Fig. 7 und 8.



Fig. 8.
Derselbe Schädel wie Fig. 7 von hinten mit p Parietalnath. Der Schädel ist unsymmetrisch nach der Seite der Parietalnath ausgebaucht.

„Das linke Parietale zeigt die abnorme Nath.[1]) Die Nath schneidet das Seitenwandbein in zwei über einander liegende Stücke von ungleicher Grösse. Die Breite des unteren beträgt nur die Hälfte der Breite des oberen" (also genau wie an dem von mir beschriebenen Schädel, s. oben S. 278). „Der Ausgangspunkt der Nath am Beginn des unteren Drittels der Kranznath fällt mit dem Endpunkte des oberen Schenkels der stark entwickelten Crista temporalis des Stirnbeins zusammen, während der untere Schenkel dieser Crista in eine sehr scharf gezeichnete Linea semicircularis inferior übergeht. Letztgenannte Linie und die abnorme Sutur liegen ziemlich nahe an einander, wie es bei tiefem Stand der Linea semicircularis superior überhaupt der Fall zu sein pflegt. In der Mitte der Länge der abnormen Sutura parietalis schweift sie etwas im Bogen nach unten ab und endet auf einer längeren Zacke des Hinterhauptbeins in der Lambdanath. — — Nur das mittlere Drittel der abnormen Sutura parietalis hat das Ansehen einer langzackigen, stark gekrausten Nath. Das hintere Drittel zeigt Anfangs nur kurze Zacken, welche sich in der Nähe der Lambdanath gänzlich verlieren. Das vordere Drittel führt den Charakter einer Schuppennath, indem das untere Segment des Seitenwandbeins sich mit einem zugeschärften Rand über das obere hinaufschiebt. Rundliche Erhabenheiten des unterliegenden Randes werden von Löchern des aufliegenden Randes aufgenommen."

[1]) l. c. S. 46.

An diese Beschreibung reiht Hyrtl noch die einer Anzahl Embryonalschädel mit vollständiger oder unvollständiger Sutura parietalis an.

„Sie dienen als Beleg, dass die transversale Parietalnath entweder gänzlich in der Richtung der Linea semicircularis superior verläuft, oder nur mit ihrem hinteren Ende sich ein wenig von dieser Linie nach aufwärts entfernt. Würde an diesen Schädeln, statt der Sutur, ein Kamm vorhanden sein, würde Jedermann in ihm die obere Bogenlinie der Schläfe erkennen."

Hier tritt uns sonach zum ersten Mal der Versuch einer Deutung der Sutura parietalis entgegen, deren allgemeine Giltigkeit freilich nach dem oben Gesagten und schon nach Durchsicht der hier gegebenen Abbildungen nicht mehr aufrecht erhalten werden kann.

In derselben Abhandlung[1]) hat Hyrtl den mehrfach erwähnten Fall W. Gruber's als einen pathologischen aus der Diskussion zurückgewiesen:

„Den von Gruber abgebildeten Fall — (möchte) — ich —, trotz der von Gruber angeführten Gründe, nicht für eine angeborene Theilung des Seitenwandbeins halten, sondern für eine bereits stellenweise durch schmale Callusbrücken geschlossene, erworbene Fissur (Bruch.)" —

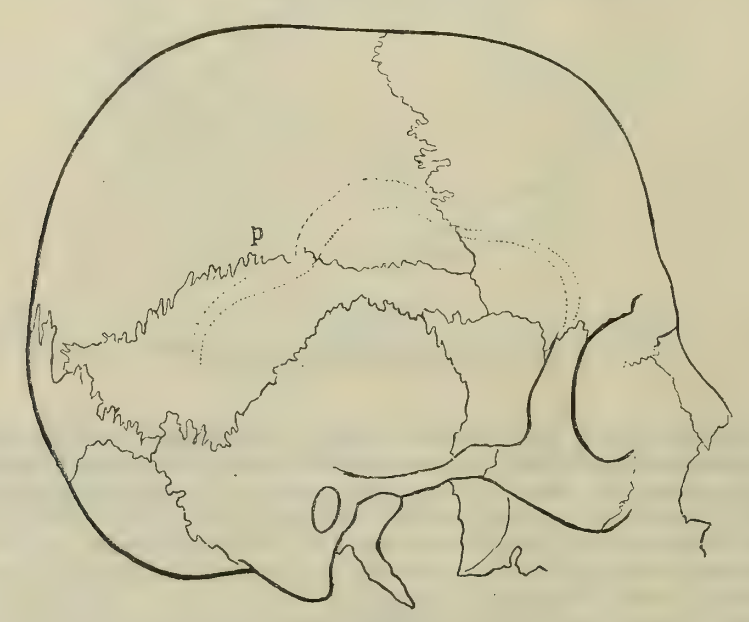


Fig. 9.
W. Gruber's Schädel mit Parietalnath p im rechten Scheitelbein.

Nun erst gelang Wenzel Gruber die Auffindung einer wahren sagittal verlaufenden Scheitelbeinnath beim erwachsenen Menschen. Bei der Publikation dieses in der That besonders interessanten Falles von Parietale bipartitum kommt Gruber nicht auf jenen von Hyrtl beanstandeten Schädel zurück, dessen frühere Deutung er damit, wenn auch still-

[1]) l. c. S. 47.

schweigend, aufzugeben scheint. Aber auch Hyrtl kann er in der Erklärung der Scheitelbeinnath nicht vollkommene Recht geben. Die betreffende Beobachtung Wenzel Gruber's wurde im Jahre 1879 publicirt.[1])

Es handelt sich um einen wahrscheinlich weiblichen Schädel von etwas unsymmetrischer Gestalt:

„Die rechte Hälfte ist, vom Vorderhaupte rückwärts, etwas umfangreicher in transversaler, aber etwas niederer in vertikaler Richtung; auch an dieser Hälfte am Hinterhaupte etwas verkürzt."

„Durch das rechte Parietale zieht von der Sutura coronalis zur Sutura lambdoidea eine anomale Parietalsutur (p) in einer S-förmig gekrümmten Linie. Die anomale Sutur beginnt in der S. coronalis: 1 Ctm. über der S. parieto-sphenoidalis, läuft 8 Millimeter über dem höchsten Punkte der Squama temporalis vorbei und endet 4 Ctm. über der S. parieto-mastoidea in der S. lambdoidea. Sie liegt im Anfange 10,5 Ctm., an der Mitte 10,1 Ctm. und am Ende 5 Ctm. von der S. sagittalis entfernt. — An dem kleineren vorderen Stück (5 Ctm.) ist sie eine S. squamosa, an dem hinteren grösseren Stück (7 Ctm.) eine S. serrata. An dem schuppenförmigen Abschnitte ist vorn, in einer 2,2 Ctm. langen Strecke, Synostose eingetreten, aber so, dass wenigstens an der vorderen verwachsenen langen Strecke noch die Spur der früher dagewesenen Sutur zu erkennen ist; an dem grösseren hinteren Abschnitt ist die Sutur offen. Durch die anomale Sutur wird das rechte Parietale in ein oberes grosses und ein unteres kleines schmales Stück abgetheilt. Das obere Stück ist vorn 10,5 Ctm., an der Mitte 10,1 Ctm. und hinten 5 Ctm. breit. Das untere Stück, welches an dem schuppenförmigen Abschnitte das obere Stück bedeckt, ist, soweit es an der Ala magna des Sphenoideum und der Squama temporalis unbedeckt ist, vorn über dem Sphenoideum 1 Ctm., über der Squama temporalis 8 Millimeter. — 3,2 Ctm., über der Pars mostoidea des Temporale vorn 3,4 Ctm., und über dessen Mitte 2,2 Ctm.; am hinteren Ende an der Sutura lambdoidea 4 Ctm. hoch und breit.„

Die Linea semicircularis superior und die inferior verlaufen in der vorderen Hälfte des Parietale, beide hoch über der Parietalnath. In der hinteren Hälfte ist die superior streckenweise verschwunden, die inferior kreuzt sich mit der Parietalnath.

„Der Verlauf der anormalen Parietalsutur p steht in diesem Falle mit der Linea semicircularis superior in keiner Beziehung." —

Im Jahre 1883 beschrieb F. W. Putnam einen erwachsenen wahrscheinlich männlichen Schädel, bei welchem das linke Parietale durch eine Horizontalnath getheilt ist. Der betreffende Schädel gehört der amerikanischen Urbevölkerung an, er wurde 1882 aus einem Steingrab in Tennessee erhoben,[2]) eine Abbildung existirt nicht.

„Die Coronal- und die Sagittalnath sind einfach und alle Näthe, mit Ausnahme der basilaren, sind offen. Das linke Scheitelbein ist in zwei vierseitige Stücke getheilt durch eine quere zackige Nath, welche den Knochen in $^1/_3$ seiner Höhe über der Schuppennath durchschneidet. Der Querbogen auf der Seite des getheilten (linken) Scheitelbeins übertrifft den auf der Seite des normalen (rechten) Scheitelbeins um $^1/_4$." Der Schädel ist sonach in hohem Grade assymmetrisch. „Auch der Horizontalbogen des linken Scheitelbeins ist grösser als der des rechten, und die linke Seite des Schädels ist (somit) nach aufwärts und auswärts ausgebuchtet.

---

[1]) Wenzel Gruber, Beobachtungen aus der menschl. und vergleich. Anatomie. II. Heft. Berlin, 1879, S. 15, Tafel III, Fig. 2.

[2]) F. W. Putnam, Abnormal Human Skulls from Ston-Graves in Tennessee. Proceedings of the American Association for the Advancement of Science. XXXII. Meeting held at Minneopolis, Minn. 1883. Salem 1884. S. 390—392.

Die abnorme Nath schliesst ein Paar Worm'sche Knochen ein. Das Hinterhaupt ist stark abgeflacht, seine Näthe wimmeln von überzähligen (Worm'schen) Knochen." — Der Schädel hat im Ganzen vierzehn zum Theil ganz kleine, vier grössere und vier ungewöhnlich grosse Worm'sche Knochen. Herr Putnam fügt bei, der betreffende Schädel sei der einzige der Art gewesen, den er unter circa 2000 von ihm bis dahin untersuchten Schädeln gefunden habe." —

Aus dem Jahre 1883 stammt die erste Veröffentlichung des Herrn C. Toldt[1]) über die Verknöcherung des Scheitelbeins, wodurch die Quertheilung derselben den Charakter der zufälligen Bildung verlor. Schon der folgende Autor konnte sich auf Herrn Toldt's Beobachtungen beziehen.[2])

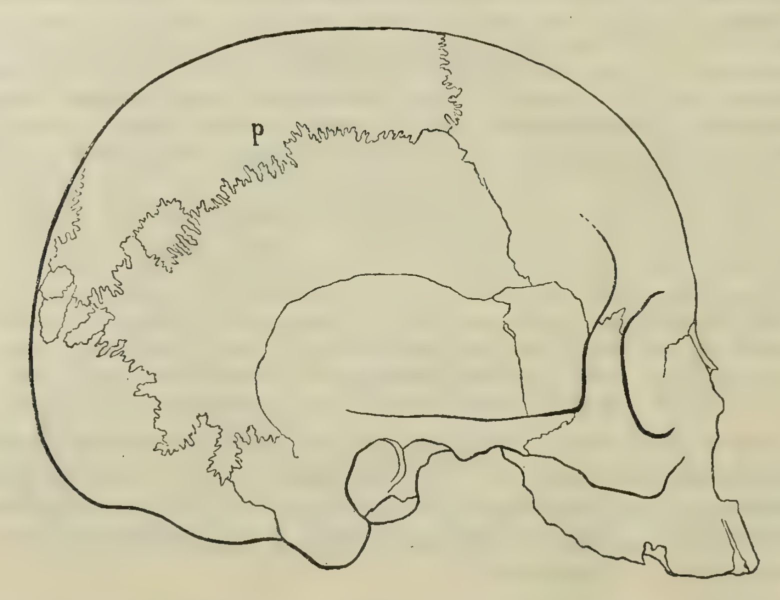


Fig. 10.
Sir William Turner's Schädel von den Admiralitäts-Inseln mit p Parietalnath im rechten Scheitelbein.

Sir W. Turner[3]) gibt 1884 Beschreibung und Abbildung einer männlichen, von den Admiralitäts-Inseln stammenden Schädels, Fig. 10, dessen rechtes Parietale durch eine von vorn nach hinten verlaufende Nath getheilt ist:

„Der männliche Schädel zeigte eine seltene und interessante Unregelmässigkeit in der Verknöcherung der Schädelknochen, denn bei ihm war das rechte Parietale vollkommen, aber ungleich, getrennt in einen oberen und einen unteren Abschnitt durch eine von vorn nach hinten verlaufende Nath, beginnend in der Höhe der Schläfenlinie und sich von der Kranznath bis zur Lambdanath erstreckend. Diese Nath war stark gezähnt und hatte einen dreieckigen Schaltknochen (Os triquetrium) in ihrem hinteren Drittel. Der Vertikaldurchmesser des oberen Ab-

[1]) s. unten.

[2]) Citirt nach Quain's Anatomy 1890.

[3]) Professor Sir William Turner in The Zoology of the Voyage of H. M. S. Challenger. Part. XXIX. Report on the Human Skeletons. The Crania. S. 57 f., Tafel IV, Fig. 4.

schnitts dieses Scheitelbeins war in der Mitte zwischen Kranz- und Lambdanath 81 Millimeter, der untere Abschnitt nur 42 Millimeter (hoch)." Ein grosser Worm'scher Knochen in der Lambdanath beeinträchtigt etwas den hinteren Theil des oberen Abschnitts. Die linke Schläfenlinie desselben Schädels war wohl ausgeprägt und in der Nähe sowohl ihres vorderen wie ihres hinteren Endes war eine schwache Andeutung einer Nath, als wenn das linke Scheitelbein ebenfalls in einen oberen und einen unteren Abschnitt getheilt gewesen wäre in einer früheren Periode des Lebens. „Im Verlauf meiner anatomischen Erfahrungen, während welcher manches Hundert menschlicher Schädel durch meine Hände gegangen ist, habe ich nur ein anderes Beispiel gesehen, bei welchem eine ähnliche Theilung des Scheitelbeins vorkam, und das war an dem rechten Parietale eines Fötus, vom achten oder neunten Monat, präparirt von Herrn Dr. Ramsay H. Traquair, welcher es in der Natural History Review[1]) beschrieben hat."

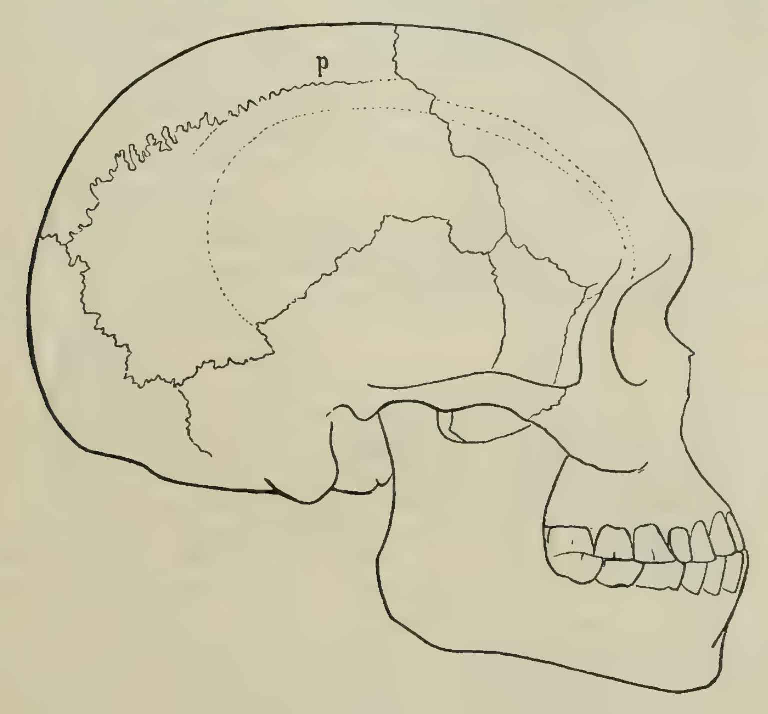


Fig. 11.
Sir William Turner's Schädel aus Süd-Australien mit p Parietalnath im rechten Scheitelbein.

Einen ganz ähnlichen Fall von Verdoppelung des Scheitelbeins, wobei jedoch die „Interparietalnath" und die Lambdanath nicht, wie bei dem ersten, durch Nathknochen complicirt war, publicirte Sir William Turner[2]) im Jahre 1891. Der betreffende männliche erwachsene Schädel, Fig. 11, war der eines Süd-Australiers des Narrinyeri Tribus, welcher das Land um den Albert-See bewohnt.[3])

---

[1]) 1863, Vol. III, p. 132.

[2]) Sir William Turner, Double right Parietal Bone in an Australian Skull. In The Journal of Anatomy and Physiology. London u. Edinburgh 1890—1891, Vol. XXV, Abbildung S. 462, Text S. 473 f.

[3]) l. c. S. 462.

Die Beschreibung des Schädels lautet:

„Der Australier-Schädel besitzt eine sehr interessante Besonderheit in der rechten Parietalregion.“ „Das rechte Scheitelbein ist getrennt in einen oberen Theil durch eine besondere von vorn nach rückwärts verlaufende Nath, welche hinten beginnt an der Lambdanath 49 Millimeter unter dem hinteren Ende der Sagittalnath und vorne endet, indem sie sich mit der Coronalnath 55 Millimeter unter dem vorderen Ende der Sagittalnath vereinigt. Der obere Abschnitt des Knochens ist 110 Millimeter lang bei 74 Millimeter grösstem Vertikaldurchmesser; der untere Abschnitt ist 103 Millimeter lang bei 61 Millimeter grösster Breite; die Trennung ergab sonach zwei ungleiche Theile. Die „Intraparietalnath“ ist in dem grösseren Theil ihres Verlaufs stark gezähnt, aber in ihrem vorderen und hinteren Ende einfach. Die halbzirkelförmige Schläfenlinie läuft von vorn nach rückwärts unmittelbar unter der Nath und zeichnet sich nicht auf dem oberen Abschnitt des Knochens ab. Hiernach ist die Schläfengrube in ihrem Vertikaldurchmesser kleiner als man sie gewöhnlich an männlichen Australier-Schädeln sieht. Ein Scheitelbeinhöcker konnte auf der rechten Seite nicht deutlich unterschieden werden. An der linken Seite war das Scheitelbein normal, und ein kleiner Nathknochen lag am Asterion.“ —

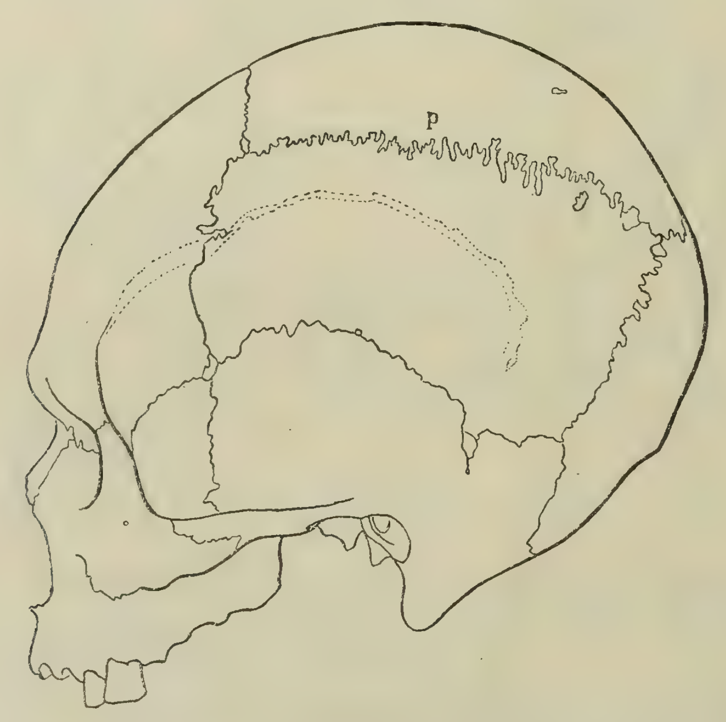


Fig. 12.
Dorsey's Maori-Schädel mit p Parietalnath im linken Scheitelbein.

Im Februar 1897 gab George A. Dorsey[1]) als neuesten und letzten der bisher bekannt gewordenen Fälle, eine eingehende Beschreibung und gute Abbildung eines Maori-Schädels, Fig. 12, mit doppeltem linken Scheitelbein.

---

[1]) Medical Recorder Vol. XII, Febr. 1897. A Maori Skull with double left Parietal-Bone, by George A. Dorsey, Ph. D. Assistent Curator of Anthropology, Field Columbia Museum, Chicago, Ill.

„Der Schädel ist der eines erwachsenen Mannes — mit allen eigenthümlichen ethnischen Charakteren eines Eingeborenen von Neu-Seeland. So sind Glabella und Superciliarwülste stark markirt und die Zitzenfortsätze sind massiv mit hochentwickelten scharfen Mastoideal-Cristen. Die Nasenöffnungen sind entschieden gerundet, mit einem kleinen einfachen Nasenstachel. Der Schädel ist im Ganzen massiv und schwer, alle Muscular-Impressionen hervorragend markirt. — Die Stirnentwickelung des Schädels ist sehr gering im Vergleich mit der relativ beträchtlichen Entwickelung des Parieto-occipital-Abschnittes. Folgende sind die Hauptmaasse des Schädels: Capacität 1405 Cubikcentimeter, Längen-Breiten-Index 82, Nasal-Index 54, Orbital-Index 82, Gnathischer Index (Verhältniss der Basi-spinal- und der Basi-alveolar-Linie zu einander) 95. Alle Näthe des Schädels sind äusserst einfach. Synostose ist theilweise eingetreten in der Sagittal- und der Malo-maxillar-Nath. An der linken Seite ist die anomale Infra-orbital-Nath vorhanden. Worm'sche Knochen fehlen mit Ausnahme einiger winzig kleiner in der linken Coronalnath, gerade über und unter dem Stephanion und einem in der linken Schläfe gerade unter dem Arterion. Ein kleiner Worm'scher Knochen ist auch am linken Pterion. Beide, das rechte und das linke Pterion bilden das K."

„Wie in der Abbildung zu sehen ist, so kreuzt die „Sub-Sagittalnath" (= Parietalnath) das (linke) Scheitelbein in querer Richtung und nahezu in der exacten Mitte. Bei ihrem Anfang an der Coronalnath ist die „Sub-Sagittalnath" genau 50 Millimeter vom Bregma entfernt; an ihrem Ende an der Lambdanath beträgt der Abstand vom „Lambda" 47 Millimeter. Aber während sich die „Sub-Sagittalnath" an der Coronalseite 50 Millimeter über dem Pterion befindet, endet sie in einer Entfernung von 59 Millimeter über dem Asterion, sodass die zwei Theile des Scheitelbeins zwar nicht exact, aber doch sehr nahezu gleich sind. Es muss weiter angemerkt werden, dass die Nath in keinem Theil ihres Verlaufs der oberen Schläfenlinie folgt, wie sie das in einigen der früher beobachteten Fälle thut, doch nähert sie sich dem Vertex der Schläfenlinie eng an."

„Die „Sub-Sagittalnath" ist auch etwas mehr complex als die anderen Näthe des Schädels. Nahe dem hinteren Ende ist ein Worm'scher Knochen, der grösste des Schädels, während sich gerade vor diesem ein kleinerer Worm'scher Knochen isolirt etwas unter der Nath befindet. Nach sorgfältiger Reinigung und Beleuchtung des Innern des Schädels, wurde bemerkt, dass die Nath in ihrer inneren Erscheinung vollkommen synostotisch geworden und verlöscht ist. Ihre hinteren Zweidrittel, wenigstens, folgen zweifellos dem Verlauf der Grube der mittleren Meningeal-Arterie, welche sich, wie es scheint, bei diesem Schädel nach hinten und abwärts von ihrem gewöhnlichen Verlauf abgebogen hat."

„Natürlich fehlt hier ein nennenswerther Scheitelbeinhöcker auf der linken Seite, auch auf der rechten Seite ist ein solcher nicht irgendwie gut ausgebildet. Bei Vergleich der beiden Seiten ergibt sich, dass sie keineswegs symmetrisch sind. So ist der Höcker auf der linken Seite in einen Abstand von 30 Millimeter weiter nach hinten gelegen als auf der rechten Seite, während das linke getheilte Scheitelbein ungefähr um 15 Millimeter breiter ist als das rechte; die Messungen wurden genommen: von dem Scheitel der Schläfenscheitelbeinnath zu dem entsprechenden Punkt der Sagittalnath. In Hinsicht auf die morphologische Bedeutung des getheilten Scheitelbeins habe ich keine befriedigende Erklärung gesehen."[1])

Das sind die bisher in der Literatur bekannt gewordenen Fälle von Parietalnath bei dem erwachsenen Menschen.

---

1) Zum Schluss weist Herr Dorsey auf Sir Turner's Citat der bekannten Ergebnisse des Herrn Toldt hin. S. unten.

Einige allgemeine Ergebnisse der Beobachtungen über Parietalnath am erwachsenen Menschenschädel.

Mit Einrechnung meines Falles von vollkommener Trennung des Scheitelbeins durch eine (horizontale resp. sagittale) Parietalnath ist diese Verdoppelung der Scheitelbeine an Schädeln erwachsener Menschen bisher im Ganzen 12mal wissenschaftlich beschrieben worden.

Am häufigsten fand sich diese Verdoppelung bisher bei Europäern, von Negern und anderen Afrikanern, von Mongolen und sonstigen Asiaten fehlen noch einschlägige Beobachtungen.

Das Vorkommen stellt sich bisher folgendermassen:

	Zahl der beobachteten Schädel mit Verdoppelung des Scheitelbeins:	Autoren:
8 Europäer:	1 Franzose	Tarin
	1 Deutscher	Soemmering
	1 „	Lucae
	1 „	Welcker
	1 „	J. Ranke
	1 Italiener	Calori
	1 Oesterreicher	Hyrtl
	1 Russe	Gruber
4 von anderer Rasse:	1 Indianer Amerikas	Putnam
	1 Australier	Turner
	1 Admiralitäts-Insulaner	Turner
	1 Maori	Dorsey

12 = Summa aller Beobachtungen,
darunter 8 an europäischen Schädeln,
davon speciell 4 an deutschen Schädeln.

Wenn mehrfach die Behauptung oder Vermuthung ausgesprochen worden ist, dass diese sagittale Theilung des Scheitelbeins bei aussereuropäischen Rassen häufiger sei, so ergibt nun die vorstehende Literaturzusammenstellung das Gegentheil.

Herr C. Toldt, dem wir die wissenschaftliche Aufklärung dieser vor ihm ganz unverständlichen und ganz falsch erklärten seltenen Bildungsverhältnisse des Menschenschädels verdanken, sprach von dieser als von der „in unseren Gegenden sehr seltenen, bei gewissen Völkerschaften (Australiern), wie es scheint, häufiger vorkommenden Theilung des Scheitelbeins durch eine sagittal verlaufende Nath in eine obere und untere Hälfte“.[1]) Diese Bemerkung muss nun in dem oben dargelegten Sinn modificirt werden; während von Europäern bisher 8 solche Schädel beobachtet wurden, fand sich bisher unter den Australierschädeln nur ein einziger.

Eine eigentliche Statistik ist freilich noch nicht für die gesammte Menschheit zu machen, da abgesehen von den von mir beobachteten Fällen, alle anderen Funde nur zufällig gemacht

[1]) C. Toldt, Osteologische Mittheilungen l. c. S. 85 und 86.

worden sind. Das scheint aber sicher zu sein, dass überall auf der ganzen Erde das Parietale bipartitum bei erwachsenen Menschen annähernd gleich selten ist. Eine erneute Durchsicht der Neger- und Mongoloidenschädel unserer Sammlungen wird wohl zweifellos auch für diese Rassen das Vorkommen der Scheitelbeinnath constatiren. —

Die Zusammenstellung der bisherigen Beobachtungen lehrt weiter, dass die Parietalnath sich an keine Schädelform gebunden erweist, sie kommt bei den extrem verschiedensten Schädelformen: dem brachycephalen Altbayern und dem dolichocephalen Australier vor.

Auch das Geschlecht macht keinen Unterschied, ebenso wenig die Schädelseite, die Vertheilung des Vorkommens ist in letzterer Hinsicht eine ganz gleichmässige: 6 Näthe rechts, 6 Näthe links.

Die Form der Nath wird in einem Falle als „einfach", in allen übrigen als zackig angegeben, dabei aber trotzdem ihr Charakter als „Schuppennath" betont und zwar deckt der untere Scheitelbeinabschnitt schuppenartig den oberen, wie auch der Vorderrand des unteren Abschnitts des Scheitelbeins sich (bei allen Menschenschädeln) schuppenartig über den Hinterrand des Stirnbeins vorschiebt.

Die Scheitelbeinnath dringt nicht an einer bestimmten Stelle in das Scheitelbein ein, die durch die Scheitelbeinnath abgeschnittenen Scheitelbeinstücke sind individuell sehr verschieden gross. Meist ist das obere das grössere Stück, das untere das kleinere, die Grössenverhältnisse schwanken aber von beinahe vollkommener Gleichheit beider Stücke bis zu der maximalen Grössendifferenz, welche der Fall Gruber's zeigt.

Schon dadurch wird Hyrtl's Meinung von vornherein hinfällig: eine typische Coincidenz der oberen halbkreisförmigen Schläfenlinie mit der Parietalnath, wie sie Hyrtl vermuthet hat, findet sich nicht, das theilweise Zusammenfallen beider ist, wenn es sich gelegentlich findet, ein rein zufälliges. Dieser Satz, welcher unten noch strikte zu beweisen sein wird, ist schon nach den bisher mitgetheilten Beobachtungen nicht mehr zu umgehen.

Soemmering's[1]) vergleichend-anatomisch so meisterhaft geschultem Auge entging es nicht, „dass diese Varietät der Näthe angeboren ist, weil sie (bei dem von ihm beobachteten Schädel) so symmetrisch auf beiden Seiten erscheinen". Die Entdeckungen des Herrn C. Toldt haben diese Anschauung des grossen Anatomen bestätigt, gegen H. Welcker's Meinung, dass es sich bei dem Auftreten der Scheitelbeintheilung um einen mehr oder weniger zufälligen Grund handle, oder jene Hyrtl's, dass der Grund in einem (halb-)pathologischen Verhältniss, nämlich in einer ausnahmsweise starken „Knickung" in der Richtung der Linea semicircularis superior, zu suchen sei.

Die Parietalnath ist auf fötale Anlage zurückzuführen, bis zu einem gewissen Grad ähnlich wie die Theilung der Hinterhauptsschuppe durch die „fötale quere Hinterhauptsnath" u. a.

Für das Auftreten derartiger auf fötale Anlage zurückzuführende Näthe bedarf es aber noch einer individuellen Ursache, ohne welche solche „überzählige" Näthe sich nicht an erwachsenen Schädeln finden können.

Herr R. Virchow hat schon lange festgestellt, dass diese sogenannten „überzähligen" Näthe sehr häufig neben vorzeitiger Verwachsung „normaler" Näthe beobachtet werden.

[1]) l. c. S. 2.

Man darf daran denken, dass der Druck des wachsenden Gehirns gegen die Schädelkapsel, welcher an der Stelle der vorzeitigen Nathverwachsung einen anormalen Widerstand findet, Theile der Schädelkapsel mit geringerem Widerstandsvermögen, wie es die durch Nathsubstanz getrennten Knochen sind, stärker ausdehnt und dadurch fötale noch offene Näthe und Spalten an dem normalen Verwachsungsverschluss hindert. Je früher dieser Verschluss sonst normal im fötalen Leben vor sich zu gehen pflegt, desto seltener werden die entsprechenden überzähligen Näthe im erwachsenen Leben sich finden.

Diese Annahme setzt sonach neben vorzeitiger Nathverwachsung auch eine durch den anormal gerichteten Hirndruck veränderte Schädelgestalt voraus. Eine solche Assymmetrie der Schädel mit Parietalnath wurde von allen Autoren, welche überhaupt daraut geachtet haben, gefunden, ebenso die vorzeitige Verwachsung von Schädelnäthen an den betreffenden Schädeln. Nur zweimal werden „alle Schädelnäthe offen“ angegeben, beide Schädel zeigten aber starke Assymmetrie und einer davon ausserdem „Stirnnath“. Es wird sich bei diesen vielleicht um vorzeitige basale Verknöcherungen, welche gewöhnlich übersehen werden, u. a. gehandelt haben.

Drei von den bisher beschriebenen Schädeln mit Parietalnath hatten gleichzeitig Stirnnath, andere zahlreiche Worm'sche Knochen, beides häufig Folgen frühzeitigen allgemeinen oder local gesteigerten Hirndruckes.

Die Parietalnath lässt die durch eine vorzeitige Verwachsung von Schädelnäthen sonst bedingte Assymmetrie der Schädel geringer ausfallen, sie wirkt als Compensation.

3. Die unvollständigen sagittalen und schiefen Scheitelbeinnäthe an Schädeln erwachsener Menschen.

Ausser den drei oben[1]) angeführten Beobachtungen unvollkommen trennender sagittaler Scheitelbeinnäthe, welche ich an Schädeln der altbayerischen Landbevölkerung gemacht habe, zu welchen noch als vierte die unvollkommene Trennung des linken Scheitelbeins, bei dem von mir aufgefundenen bayerischen Schädel mit vollkommener querer Scheitelbeinnath im rechten Scheitelbein, kommt, finde ich in der Literatur bisher keine entsprechenden Angaben, welche sich auf Schädel Erwachsener beziehen.

Hier wäre lediglich die Angabe von Sir William Turner heranzuziehen, welche er über das linke Schläfenbein des ersten von ihm (1884) beobachteten Schädels mit vollständiger Quertrennung des (rechten) Scheitelbeins, von den Admiralitäts-Inseln stammend, macht. Er sah[2]) sowohl an dem vorderen wie an dem hinteren Ende der linken Schläfenlinie eine schwache Andeutung einer Nath, als wenn das linke Scheitelbein, in einer früheren Lebensperiode, ebenfalls in einen oberen und einen unteren Abschnitt getheilt gewesen wäre.

Unter den vier von mir beobachteten Fällen unvollständiger sagittaler Scheitelbeinnath sprang die Nath dreimal von der Lambdanath, d. h. von hinten her, in das Scheitel-

---

[1]) s. oben S. 285 und 286.

[2]) s. oben S. 297.

bein ein, nur einmal von vorne her, von der Coronalnath aus. Wenn ich Sir William Turner recht verstehe, so sprangen bei dem Schädel des Admiralitäts-Insulaners Reste oder Spuren der Nath sowohl von vorne als von hinten her in das linke Parietale ein, während der mittlere Verlauf der Nath vollkommen verstrichen war.

Die Statistik der unvollständig trennenden queren Parietalnäthe bei der altbayerischen Landbevölkerung habe ich schon oben gegeben. —

Bei statistischen Untersuchungen der individuellen Schädelbildungen unter der altbayerischen Landbevölkerung bin ich noch auf eine andere ebenfalls zunächst typisch erscheinende Abtrennung eines kleineren Stückes von dem Hauptkörper des Scheitelbeins durch eine **schiefe Nath** aufmerksam geworden.



Fig. 13.
Schädel der altbayerischen Landbevölkerung (Beuerberg) mit schiefer Scheitelbeinnath im rechten Scheitelbein, am Lambdawinkel unregelmässige Spitzenknochen:

Durch eine vielfach etwa von der Mitte des einen Schenkels der Lambdanath ausgehende, gewöhnlich ausgesprochen zackige Nath, welche **schief** gegen die Schuppennath verläuft, wird der hintere untere Winkel des Scheitelbeins, der Angulus mastoideus, abgetrennt.

Die erste Mittheilung über von mir beobachtete schiefe Scheitelbeinnäthe, Fig. 13 und 14, habe ich 1877 gemacht:[1])

„Unter den dieser statistischen Zusammenstellung zu Grunde liegenden 2465 Schädeln der altbayerischen Landbevölkerung fanden sich ausser solchen Quernäthen, welche die Scheitelbeine ganz oder theilweise horizontal halbiren, auch noch andere von der Lambdanath zur Schläfenschuppe verlaufende anormale Näthe, welche ein dreieckiges Stück aus dem

---

[1]) l. c. S. 90 und 91.

Scheitelbein herausschneiden, welche auch Herr Welcker erwähnt.“ Die näheren Beschreibungen lauten:

„Der Schädel Nr. 643 der Originaltabelle von Aufkirchen zeigte keine weiteren Bildungsanomalien, aber im rechten Scheitelbein fand sich eine zackige abnorme Nath 95 Millimeter lang, welche etwas unterhalb der Spitze der Lambdanath beginnt und gegen den vorderen Rand der Schuppennath zwischen Schläfenschuppe und Pfeilnath im Scheitelbein hinzog, ohne jene zu erreichen, es blieben 26 Millimeter Zwischenraum. Durch diese Nath wird theilweise ein dreieckiges Stück des Scheitelbeins herausgeschnitten, dessen Spitze der hintere untere Scheitelbeinwinkel bildet.“

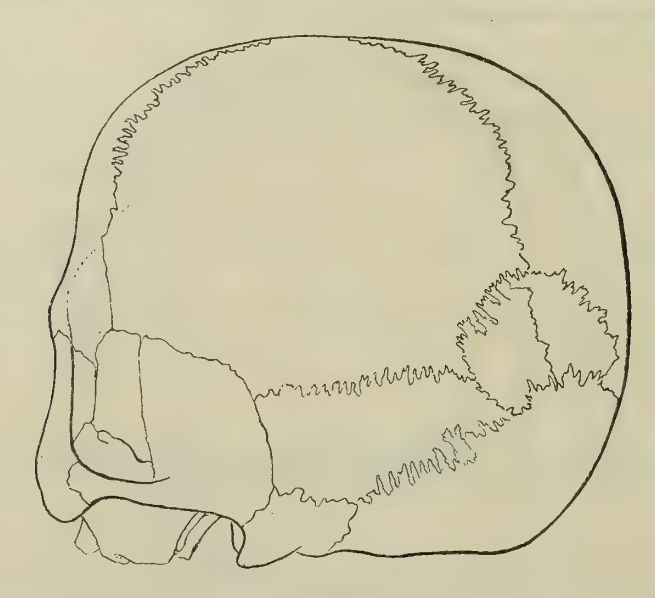


Fig. 14.
Schädel aus Aufkirchen, Altbayern, mit schiefer Scheitelbeinnath im linken Scheitelbein, typische Spitzenknochen des Lambdawinkels.

„Der Schädel Nr. 971 derselben Tabelle, Fig. 14, zeigte eine ganz entsprechende anormale zackige Nath im linken Scheitelbein. Die Hinterhauptsschuppe hatte zwei schön entwickelte Spitzenknochen. Von ihrer unteren Begrenzungsnath aus, gleichsam als eine Fortsetzung der letzteren erscheinend, läuft die anormale schiefe Scheitelbeinnath zur Schläfenschuppe herüber, wodurch der linke hintere untere Scheitelbeinwinkel als ein fast regelmässig dreieckiges Stück vollkommen abgeschnitten wurde.“

„Das Abschneiden des hinteren unteren Scheitelbeinwinkels durch eine anormale schiefe Nath zeigte auch ein Schädel aus Prien Nr. 68 der Originaltabelle. Der Schädel hatte Stirnnath und Worm'sche Knochen in der Lambdanath. Die untere Ecke des hinteren Endes des rechten Scheitelbeins war durch eine zackige 65 Millimeter lange von der Lambdanath zur Schuppennath verlaufende anormale schiefe Nath vollkommen abgeschnitten. Das dadurch entstandene fast gleichschenkelige dreieckige Knochenstück war ziemlich schmal, aber lang, die Basis des Dreiecks an der Schläfenschuppe mass 34 Millimeter. Im linken

Scheitelbein fand sich an derselben Stelle eine nicht vollkommen abschneidende Nath, von der Lambdanath 29 Millimeter tief in das Scheitelbein einschneidend."

Wie erwähnt, haben auch andere Autoren diese schiefen Scheitelbeinnäthe beobachtet. Die erste Erwähnung derselben finde ich bei H. Welcker,[1]) er sagt:

„Ich kenne mehrere Schädel, an welchen von der Mitte des Margo lambdoideus des einen Scheitelbeins aus eine Nath in diesen Knochen einspringt, die aber, statt denselben zu halbiren, abwärts nach der Schläfenschuppe biegt, sodass nur der Angulus mastoideus des Scheitelbeins, in Form eines manifesten Nathknochens abgeschnitten wird. Ist das abgeschnittene untere Knochenstück, wie bei Längstheilung des Scheitelbeins, von gleicher Grösse mit dem oberen, so passt der Name Schalt- oder Nathknochen für keines der beiden Knochenstücke; der Bildungsvorgang aber dürfte in beiden Fällen vollkommen derselbe sein."

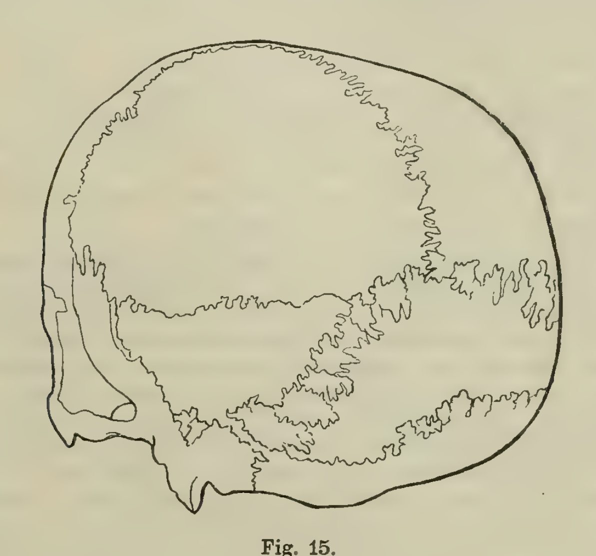


Fig. 15.
W. Gruber's Schädel mit schiefer Scheitelbeinnath im linken Scheitelbein.

Ausführlich handelte über diese schiefen Scheitelbeinnäthe zuerst Wenzel Gruber.[2]) Da seine Hauptbeobachtung einer schiefen Scheitelbeinnath (3. Fall 1865) hier, als pathologisch, wegzufallen hat,[3]) bleiben von den von ihm beobachteten anormalen schiefen Scheitelbeinnäthen nur solche übrig, welche, wie die vorstehend aufgeführten, von dem betreffenden Scheitelbein die untere hintere Ecke, den Angulus mastoideus, abschneiden. Zu zwei schon früher mitgetheilten Fällen[4]) fügte Gruber 1879 noch einen dritten und vierten: „Ossa parietalia bipartita durch eine anomale Parietalsutur von der Sutura squamosa zur Sutura lambdoidea an zwei Schädeln, an einem davon mit dem Os epactale proprium." [5])

---

[1]) Untersuchung über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. I. Theil. Leipzig 1862. S. 109.

[2]) s. oben die citirten Abhandlungen S. 291.

[3]) s. oben S. 291/292, Anmerkung 3, Nr. 3.

[4]) s. oben S. 291/292, Anmerkung 3, Nr. 3 und 3, Nr. 4.

[5]) Wenzel Gruber, Beobachtungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. II. Heft Berlin 1879. S. 42—15.

Bei dem ersten der zuletzt genannten (3.) Schädel besteht die schiefe Parietalnath sowohl im rechten wie im linken Scheitelbein.

„Am rechten Parietale, sagt W. Gruber, ist dessen Angulus mastoideus durch eine schräge, doppelt S-förmig gekrümmte, an den meisten Stellen harmonieartige Sutur abgetheilt. — Auch durch das linke Parietale zieht eine theils kurzzackige, theils harmonieartige anomale schräge Sutur, Fig. 15. Dieselbe beginnt in der Sutura parieto-temporalis an der Mitte der Länge des oberen Randes der Squama temporalis, 4,5 Centimeter hinter dem Ende der Ala magna des Sphenoideum, verläuft etwas wellenförmig fast gerade nach rückwärts und medianwärts und endet an einer Stelle der Sutura lambdoidea, die 2,5 Centimeter auswärts von dem hinteren Ende der Sutura sagittalis liegt. Durch dieselbe wird vom Parietale fast dessen ganzes hinteres unteres Segment als: Parietale secundarium posterius abgetheilt."

Im Weiteren unterscheidet Gruber von diesem (kleinen) Parietale posterius das Hauptstück des Scheitelbeins als Parietale anterius.

An einem anderen (dem 4.) Schädel beschreibt Gruber „Zeichen, welche die Vermuthung zulassen, dass an beiden Parietalia dieses Schädels in einer früheren Zeit eine ähnliche Theilung in zwei Stücke, wie am linken Parietale des oben beschriebenen (3.) Schädels, oder doch die Tendenz dazu bestanden habe".

J. Hyrtl beschreibt 1871 neben dem erwachsenen Schädel mit vollkommen querer Scheitelbeinnath [1]) auch einen solchen mit schiefer Nath.

„Es handelt sich um einen männlichen, ungefähr 20jährigen Zigeunerschädel aus der Moldau, an dessen rechtem Seitenwandbein, durch eine überzählige Nath, eine „Trennung in ein vorderes, grösseres, und in ein hinteres kleineres Segment bewerkstelligt wird. — Die überzählige Nath geht von einem dreieckigen Schaltknochen an der Spitze der Hinterhauptsschuppe aus und erstreckt sich zur Mitte der Schuppennath. Sie hat eine Länge von $3^1/_2$ Zoll, ist an ihrer hinteren oberen Hälfte nur kurz gezahnt, an ihrer vorderen Hälfte dagegen sehr langzackig. Ihre Richtung ist geradlinig, und etwas schief von hinten und oben nach vorn und unten, sodass sie die Linea semicircularis inferior kreuzt (die superior fehlt). Das durch diese Nath abgeschnittene Segment des Seitenwandbeins ist dreieckig, mit hinterer oberer Spitze. Die 2 Zoll lange Basis des Dreiecks enthält den Angulus mastoideus des Seitenwandbeins. Die Höhe des Dreiecks misst 3 Zoll. Der schön geformte, vollkommen symmetrische Schädel zeigt nur in der Lambdanath eine Unregelmässigkeit, indem der rechte Schenkel derselben stärker nach abwärts abfällt als der linke, die rechte Hälfte der Hinterhauptsschuppe also schmäler als die linke ist. Um so viel als die rechte Hälfte der Hinterhauptsschuppe schmäler ist, ist das rechte Seitenwandbein (beide Stücke desselben zusammengerechnet) von vorn nach hinten breiter, wodurch die Unsymmetrie der Lambdanath ohne nachtheiligen Einfluss auf die Symmetrie des ganzen Schädels bleibt."

Auch F. W. Putnam verdanken wir einschlägige Beobachtungen an einem brachycephalen erwachsenen männlichen Indianer-Schädel, 1877 gefunden in einem Begräbniss-Mound bei Mr. Wilkinson's Farm, neun Meilen von Nashville.

„Die Extranath entspringt von dem linken Arm der Lambdanath an der Vereinigung ihres mittleren und unteren Drittels, und läuft nahezu horizontal halbwegs durch das Scheitelbein. Dann biegt sie sich ab und wendet sich gegen das Pterion zu. Hinten ist die Nath gut gezähnt, vorne aber wird sie einfach und ist dann in so hohem Grad obliterirt, dass es unmöglich ist, ihren endlichen Verlauf festzustellen." — Der hintere untere Winkel des rechten Scheitelbeins dieses Schädels ist ebenso von einem separaten Centrum aus entwickelt. Er ist mit dem Hauptheil des Knochens mittelst einer einfachen Nath verbunden, welche von der Schuppennath nahezu horizontal verläuft, bis sie die Lambdanath erreicht." —

---

[1]) l. c. S. 47.

Die Anzahl der Schädel, an welchen bisher schiefe Scheitelbeinnäthe beschrieben worden sind, beträgt nach dem Vorstehenden 7 und mit Einrechnung der „mehreren Schädel" Welcker's 9 bis 10.[1]) Da die Bildung wenig in die Augen fällt, und vielleicht gelegentlich auch mit Worm'schen Knochen oder Theilungen der Hinterhauptsschuppe konfundirt werden kann, glaube ich annehmen zu dürfen, dass sich die geringe Zahl bei speciell darauf gerichteter Aufmerksamkeit wohl bald vermehren lassen würde.

Dieses Abschneiden des Angulus mastoideus des Parietale durch eine meist zackige Nath, von der Lambdanath ausgehend und von da gewöhnlich ziemlich gerade gegen die Schuppennath gerichtet, hat Etwas entschieden Typisches. Und doch möchte ich dem oben von Herrn Putnam angedeuteten Gedanken, dass es sich bei diesen Bildungen um ein primäres „separates Centrum" der Knochenbildung handle, nicht vollständig beistimmen. Vielleicht meint übrigens Herr Putnam nur eine Analogie mit Worm'schen Knochen oder Schaltknochen, woran auch F. Graf von Spee[2]) denkt. Letzterer sagt:

„Für Spalten des Scheitelbeins, die das Gebiet des Planum temporale theilen, gibt die typische Entwickelung des Scheitelbeins — soweit ich ersehe — keine Erklärung. Vielleicht sind die durch diese höchst seltene Nathspalte vom — — unteren Theil des Scheitelbeins abgetrennten Stücke auf Schaltknochen zu beziehen."

Diese Fragen müssen unten, wo über die entwickelungsgeschichtlichen Bildungsverhältnisse der Scheitelbeine zu sprechen ist, nochmals ins Auge gefasst werden.

Hier soll zunächst nur erwähnt werden, dass der gewöhnliche Ausgangspunkt der schiefen Scheitelbeinnath an der Lambdanath, im Allgemeinen dem (hinteren) Ausgangspunkt der vollständigen und der unvollständigen sagittalen Scheitelbeinnath entspricht. Die schiefe und die sagittale Scheitelbeinnath haben, da sie von derselben Stelle aus in das Scheitelbein einschneiden, doch auch entwickelungsgeschichtlich etwas Gemeinsames. Auch der anfängliche Verlauf der beiden Näthe ist nicht immer verschieden. Die Beschreibung des Herrn Putnam ist dafür entscheidend: die schiefe Scheitelbeinnath, welche er beobachtete, verlief zuerst nahezu horizontal halbwegs durch das Scheitelbein, dann erst bog sie nach unten ab.

Wir haben es sonach bei dem Putnam'schen Fall eigentlich mit einer jener von der Lambdanath in das Scheitelbein horizontal einspringenden unvollständigen sagittalen Scheitelbeinnäthe zu thun, wie ich deren drei im Vorstehenden aus eigener Beobachtung beschrieben habe. Putnam's Fall unterscheidet sich von den meinigen mit unvollständiger horizontaler Scheitelbeinnath nur dadurch, dass das vordere Ende der Nath nach unten abgelenkt wurde.

Wenn wir annehmen, dass die (hintere) unvollständige horizontale resp. sagittale Scheitelbeinnath und die schiefe Scheitelbeinnath primär die gleiche Bildung sind, so bleibt uns nur zu erklären, wodurch unter Umständen die unvollständige sagittale Parietalnath eine Ablenkung nach unten erfährt, sodass sie entweder ganz oder in ihrem vorderen Verlauf aus der sagittalen in die schiefe Richtung übergeht.

---

[1]) Vielleicht gehört hierher auch der von G. Hartmann — Beiträge zur Osteologie der Neugeborenen, Doktor-Dissertation, Tübingen 1869, S. 10 — besprochene und Fig. 1 abgebildete Schädel eines Neugeborenen.

[2]) Prof. Dr. F. Graf von Spee, Kiel. Kopf. Zweite Abtheilung von: Skeletlehre in Bardeleben's Handbuch der Anatomie des Menschen. S. 114 f.

Als Grund für eine solche Ablenkung der Nathrichtung möchte ich noch an der vor Jahren von mir ausgesprochenen Meinung festhalten, dass sie „durch Einknickung der nach Herrn G. H. Meyer „plastisch“ aufwärts gebogenen hinteren Scheitelbeinränder“ [1]) hervorgebracht werde. Sind schon aus früheren Entwickelungsepochen kürzere Sagittalspaltungen im Scheitelbein vorhanden, so führt die Abknickung diese Spalten in der Knickkante nach abwärts. „Meiner Meinung nach entstehen diese Bildungen [2]) meist ziemlich ähnlich, wie die von Herrn von Gudden [3]) künstlich erzeugten Näthe, und zwar durch Einknickung des Schädels in Folge des von Herrn G. H. Meyer [4]) statuirten Gegendrucks der Wirbelsäule gegen den schweren, übermässig bildsamen und einknickbaren Schädel.“ Fehlen solche primäre sagittale Spalten im Scheitelbein, welche die Abknickung in einer bestimmten

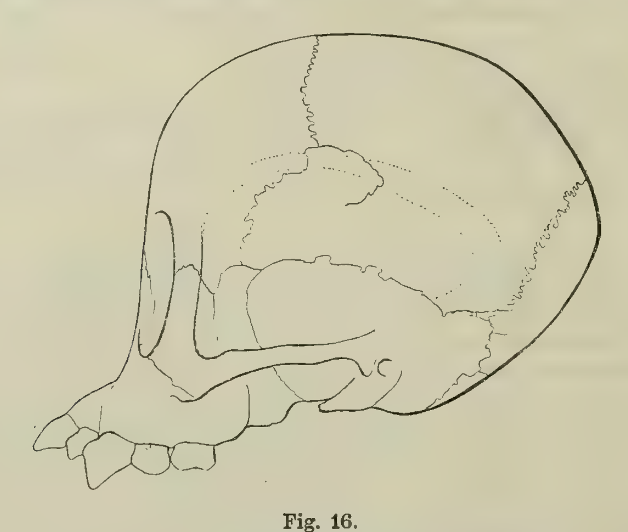


Fig. 16.
Junger Orangutanschädel (181) mit unvollständiger sagittaler Scheitelbeinnath, deren hinteres Ende nach unten abgelenkt ist.

Richtung erleichtern, so werden durch den gleichen Vorgang annähernd viereckige Stücke aus dem Scheitelbein parallel zur Lambdanath abgespalten, jene bekannten sogenannten „kolossalen Schaltknochen“ der Lambdanath, welche in Wahrheit Stücke des Scheitelbeins sind, und meist durch wohlausgebildete und zackige Näthe gegen die Nachbarschaft abgegrenzt werden.

Wie wir sahen, dachte Hyrtl als Erklärungsursache der ganzen sagittalen Parietalnath ebenfalls an „Knickung“.

Eine ähnliche Abspaltung des vorderen unteren Scheitelbeinwinkels, Angulus sphenoidalis, durch eine Nath von dem übrigen Scheitelbein ist, so viel ich sehe, bisher noch nicht beobachtet worden. Ist meine eben dargelegte Vermuthung über die Entstehungs-

---

[1]) J. Ranke, l. c. S. 91, Anmerkung.

[2]) Derselbe, l. c. S. 90.

[3]) Experimentaluntersuchungen über das Schädelwachsthum. München 1874.

[4]) Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873. S. 233—236.

ursachen der Abspaltung des Angulus mastoideus richtig, so ist kein Grund abzusehen, warum nicht auch eine Abspaltung des vorderen unteren Winkels aus den gleichen oder entsprechenden Gründen sollte vorkommen können. Ich denke, man wird diese vorausgesetzte Bildung wirklich gelegentlich finden. Wie von der Lambdanath aus die hinteren unvollständigen sagittalen Parietalnäthe in das Scheitelbein einspringen, springen die vorderen unvollständigen sagittalen Parietalnäthe von der Kranznath aus in den Vorderrand des Scheitelbeins ein. Eine „Abknickung" des Knochens an dieser letzteren Stelle würde, entsprechend den oben gegebenen Darstellungen, eine Ablenkung der vorderen unvollständigen Nath aus ihrer typisch sagittalen Richtung schief nach unten und ihre Fortführung bis zur Schuppennath bewirken und damit ein Abschneiden des vorderen unteren Scheitelbeinwinkels als eines dreieckigsn selbständig erscheinenden Knochenstücks.

Bei einem der im Verlauf dieser Untersuchung noch zu beschreibenden Orangutanschädel habe ich in der That eine Ablenkung der unvollständigen vorderen sagittalen Parietalnath schief nach unten constatirt, deren Fortsetzung ein unteres vorderes Stück des Scheitelbeins herausgeschnitten haben würde, Fig. 16.

Die Meinung, dass es sich bei den schiefen Abspaltungen aus dem Scheitelbein um besondere typische embryonale Ossificationscentren handeln könne, wie das vielleicht Herr Putnam vermuthet hat, lässt sich nach unseren unten darzustellenden entwickelungsgeschichtlichen Beobachtungen über die Bildung des Scheitelbeins nicht festhalten.

Die „schiefe" Scheitelbeinnath stellt sich nach dem Vorstehenden zu den (halb-) pathologischen Bildungen am Schädel und es ist ganz ungerechtfertigt, wie es Wenzel Gruber gethan hat, von einem durch dieselbe abgetrennten Parietale secundarium pasterius als einer typischen, in gewissem Sinne normalen Bildung zu sprechen. Die „schiefe" Scheitelbeinnath ist nichts als eine durch (halb-)pathologische Einflüsse veränderte unvollständige (hintere) wahre d. h. typische Parietalnath mit sagittalem Verlaufe.

Die sagittal verlaufende Parietalnath ist sonach bis jetzt allein berechtigt den Namen: Parietalnath, Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, den ihr Hyrtl gegeben hat, zu führen.

II. Die Sutura parietalis, Scheitelbeinnath, bei Affen.

1. Das Vorkommen der Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, an Orangutan-Schädeln.

Während bei dem Menschen das Vorkommen einer Verdoppelung der Scheitelbeine in einen oberen und einen unteren, durch eine horizontale Scheitelbeinnath getrennten Abschnitt, wenn auch als ein besonders seltenes Vorkommen, doch schon seit der Mitte des 18. Jahrhunderts bekannt und wissenschaftlich beschrieben ist, war bisher, soweit ich die Literatur kenne, weder bei Affen und speciell bei Anthropoiden noch bei niederen Säugethieren etwas Aehnliches gefunden worden. Es musste scheinen als stehe der Mensch mit dieser seltenen „Anomalie“ isolirt.

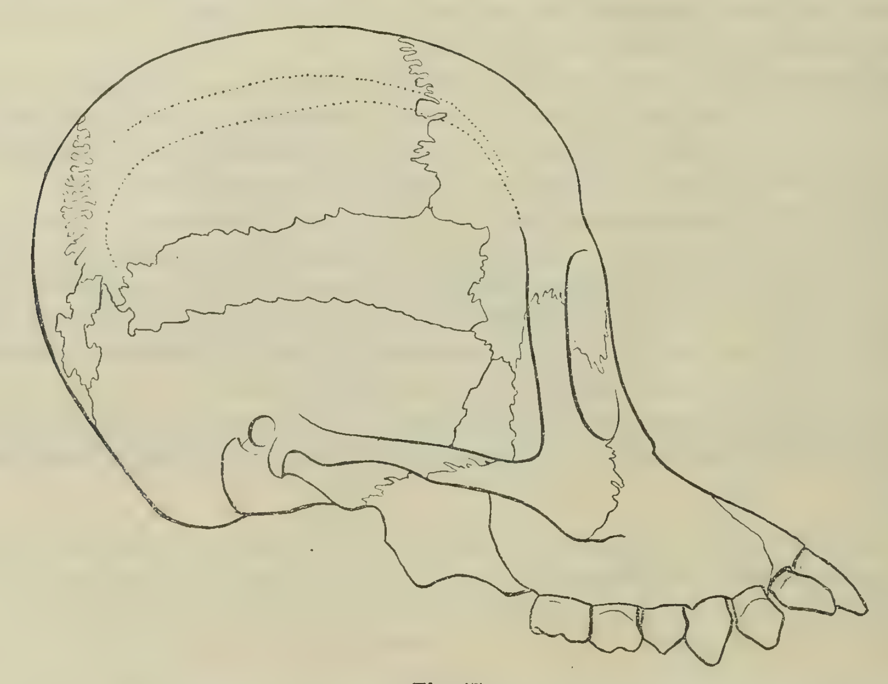


Fig. 17.
Schädel eines weiblichen Orangutan mit vollkommener Persistenz der Sutura parietalis im rechten Scheitelbein (Skalau 241).

Demgegenüber konnte ich feststellen, dass bei dem Orangutan der Zerfall der Scheitelbeine durch eine quere Parietalnath in einen oberen und in einen unteren Abschnitt, theils vollkommen, theils unvollkommen, nicht nur vorkommt, sondern weit häufiger auftritt als beim Menschen.

Bei den anderen Anthropoiden ist das Verhältniss ähnlich wie bei Orangutan und da sich auch, wie ich sehe, bei den niederen Affen der beiden Hauptgruppen gelegentlich eine

Trennung des Scheitelbeins in sagittaler Richtung findet, gewinnt diese bei dem Menschen so seltene individuelle Besonderheit des Schädelbaues ein gesteigertes wissenschaftliches Interesse. Die Verdoppelung der Scheitelbeine reiht sich in die Gruppe der sogenannten thierähnlichen Bildungen am Menschenschädel ein.

Unter 245 Orangutanschädeln der Selenka'schen Sammlung des Münchener anthropologischen Instituts, welche auf diese Bildung untersucht werden konnten, fand sich ein Schädel mit offener vollkommen trennender sagittaler Scheitelbeinnath, Sutura parietalis. Die Nath trennt das rechte Scheitelbein in einen grösseren oberen und einen kleineren unteren Abschnitt. Der Schädel Nr. 241[1]) aus Skalau gehört einem fast erwachsenen jugendlichen Weibchen an, die unteren Eckzähne sind noch nicht vollkommen entwickelt.

Die Scheitelbeinnath läuft annähernd parallel mit der Sagittalnath, senkt sich aber etwas nach hinten gegen die Lambdanath zu, sodass das unten durch die Scheitelbeinnath abgetrennte Stück des Scheitelbeins vorne etwas höher ist als hinten. Die Scheitelbeinnath ist ziemlich wenig gezackt, die Zacken sind zwar etwas grösser als die der „Schuppennath", es liegt aber auch der untere Scheitelbeinabschnitt schuppenartig mit seinem Oberrand über dem Unterrand des oberen Scheitelbeinabschnittes. Der letztere ist fast genau dreimal so hoch wie der untere Abschnitt, im Bereiche der Kranznath ist das Höhenverhältniss 20 : 60 Millimeter.

Da die Parietalnath auch annähernd parallel mit der bei dem Orangutan wenig convex nach aufwärts ausgebogenen „Schuppennath" verläuft, so könnte auf den ersten Blick der durck die Scheitelbeinnath abgetrennte untere Abschnitt des Parietale als ein oberer Aufsatz der Schläfenbeinschuppe erscheinen; jedenfalls imponirt er hier bei dem Orangutan ebenso wie das bei dem Menschenschädel constatirt wurde, als eine von dem oberen Scheitelbeinabschnitt wesentlich verschiedene Bildung. Vor allem beruht diese Differenzirung darauf, dass der untere Scheitelbeinabschnitt, in noch auffallenderer Weise als wir das bei dem Menschenschädel gefunden haben, mit seiner ganzen Höhe, ja sogar an Höhe nach vorn noch etwas zunehmend, relativ weit in das Stirnbein hinein gleichsam vorspringt. Dadurch wird auch hier der untere Theil der Kranznath scharf, in annähernd rechtem Winkel, von dem oberen Theil der Kranznath nach vorne abgeknickt. Er verläuft in einer Strecke von circa 15 Millimeter annähernd horizontal nach vorwärts, um sich dann erst wieder, ungefähr in die Anfangsrichtung zurückkehrend, gegen die Schläfengegend herabzusenken. Alles das entspricht, wie schon mehrfach hervorgehoben, im Princip den bei dem erwachsenen Menschen beobachteten Verhältnissen, erscheint nur noch extremer ausgebildet.

Auch der Bau der Kranznath zeigt sich bei dem Orangutan wie bei dem Menschen in deren unterem, dem unteren Scheitelbeinabschnitt zugehörendem Theile von dem oberen Theile, der Vordergrenze des oberen Scheitelbeinabschnittes, auffallend und charakteristisch verschieden. Während die Kranznath bis dahin, wo die Parietalnath von ihr abgeht, stark gezackt ist, ist sie in dem, den Vorderrand des unteren Scheitelbeinabschnittes darstellenden unteren Theil einfach und der Vorderrand des Scheitelbeins liegt hier schuppenartig zugeschärft dem Hinterrand des Stirnbeins auf.

Diese Verschiedenheit der Nathform im oberen, grösseren, und unteren, kleineren, Abschnitt der Kranznath ist auch für die menschliche Schädelbildung ganz im Allgemeinen

---

[1]) Abbildung Fig. 17 (rechte Seite).

typisch: oben Zackennath, unten einfache Nath schuppenartig über das Stirnbein greifend. Dagegen findet sich ein fortsatzartiges Eingreifen des unteren Scheitelbeinabschnittes in das Stirnbein zwar mehr oder weniger ausgesprochen bei den Schädeln erwachsener Menschen mit vollkommen trennender Scheitelbeinnath, bei anderen Schädeln Erwachsener ist aber davon fast Nichts zu bemerken: die Kranznath geht fast ausnahmslos ohne Knickung von der Sagittalnath bis zum Oberrand der Ala magna in annähernd geradlinigem Verlauf herab.

Ganz anders ist das bei Orangutan und, wie ich hier sofort beifügen möchte, bei den anderen grossen menschenähnlichen Affen, Gorilla und Schimpanse. Recht charakteristisch

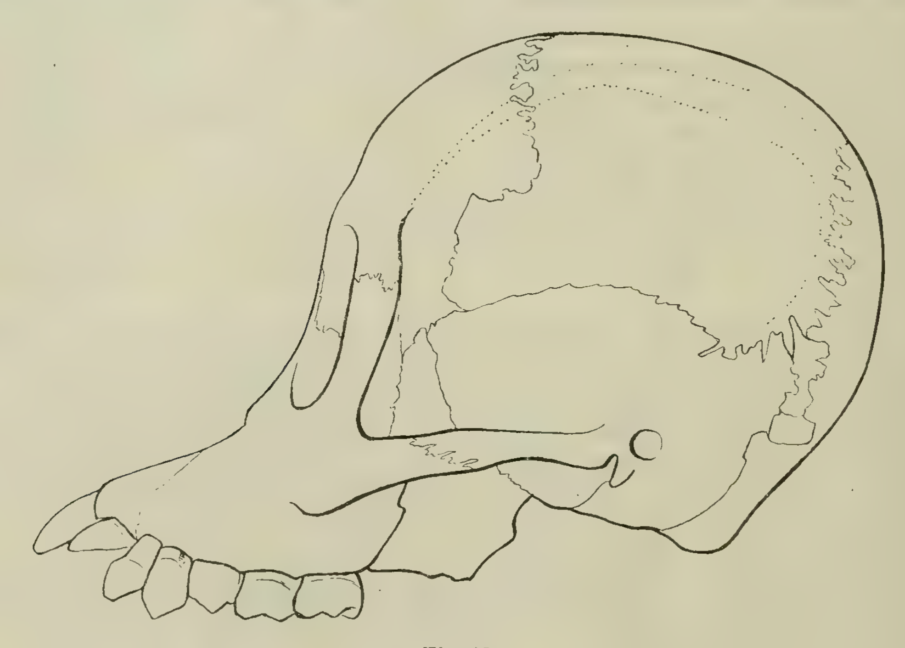


Fig. 18.
Linke Seite des in Fig. 17 abgebildeten Orangutanschädels mit Parietalnath im rechten Scheitelbein (Skalau, Weibchen, 241).

zeigt das hier obwaltende Verhältniss das ungetrennte linke Scheitelbein des eben beschriebenen Schädels mit vollkommener Horizontalspaltung des rechten Parietale.[1]) Abgesehen davon, dass links die Scheitelbeinnath fehlt, ist links und rechts das Bild des Scheitelbeins im Ganzen und speciell des unteren Scheitelbeinabschnittes und seines Verhaltens zum Stirnbein vollkommen gleich. Auch links springt der untere Scheitelbeinabschnitt, durch seine charakteristische Nathbildung von dem oberen typisch unterschieden, weit fortsatzartig in das Stirnbein ein. Die Kranznath, in ihrem oberen Verlaufe stark zackig, in ihrem unteren einfach und schuppenartig, weist die gleiche annähernd rechtwinkelige Abknickung auf, wie auf der anderen Schädelseite. Der linke untere Scheitelbeinabschnitt zeigt, abgesehen von dem Fehlen der ihn oben abgrenzenden Nath, eine ziemlich ebenso ausgesprochene

---

[1]) Fig. 17, rechte Seitenansicht mit Parietalnath, S. 310.

Individualisirung und Sonderbildung wie der auf der rechten Schädelseite, welche vollkommen durch Näthe umgrenzt ist. Ziemlich ebenso verhalten sich alle Orangutanschädel. Fig. 19.

Dem fortsatzartigen Einschieben des unteren Scheitelbeinabschnittes in das Stirnbein hinein entspricht ein correspondirendes Verhalten des Stirnbeins des Orangutanschädels. Dasselbe fehlt wie gesagt, nach der allgemeinen anatomischen Erfahrung, dem Menschenschädel. Wir haben es nur bei dem Menschenschädel mit vollkommener Horizontaltrennung des

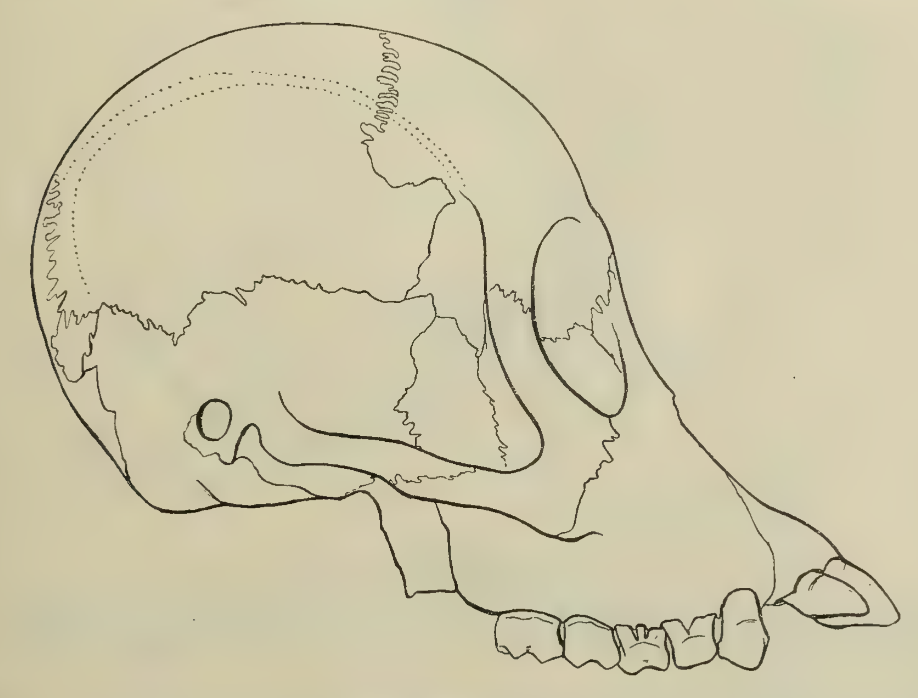


Fig. 19.
Orangutanschädel mit typischer Schläfenbildung ohne Parietalnath.

Parietale constatirt: in der Höhe, in welcher die Parietalnath rechts an der Kranznath beginnt, springt ein nach hinten gewendeter, winkeliger oder zackiger Fortsatz des Stirnbeins in das Scheitelbein ein und markirt durch seinen unteren Rand die Trennung des Scheitelbeins in einen oberen und einen unteren Abschnitt. Den unteren Rand dieses Stirnbeinfortsatzes bildet der nach vorn abgeknickte Theil der Kranznath, welcher sich, wie die Abbildungen Fig. 1 und Fig. 17 ergeben, nach hinten direkt, ohne Veränderung der Richtung, in die Scheitelbeinnath fortsetzt. Der nach vorne abgeknickte Theil der Kranznath ist sonach bei dem Orangutanschädel mit vollkommen trennender Parietalnath nichts anderes als der vordere Abschnitt dieser Parietalnath selbst. Wo also ein derartiger Stirnbeinfortsatz in das Scheitelbein, resp. ein entsprechender Scheitelbeinfortsatz in das Stirnbein einspringt, gehört der die Grenznath dieser beiden Fortsätze bildende annähernd horizontal vorspringende Theil der Kranznath der Scheitelbeinnath

an, er ist ein Abschnitt dieser Nath. Die beiden genannten correspondirenden Fortsätze deuten sonach darauf hin, dass in einer früheren Lebensepoche des betreffenden Individuums eine Quertrennung des Scheitelbeins bestanden habe.

Wie gesagt, fehlten dem Orangutanschädel die betreffenden Fortsatzbildungen so gut wie niemals und damit harmonirt es, dass die bei dem erwachsenen Menschen so seltenen

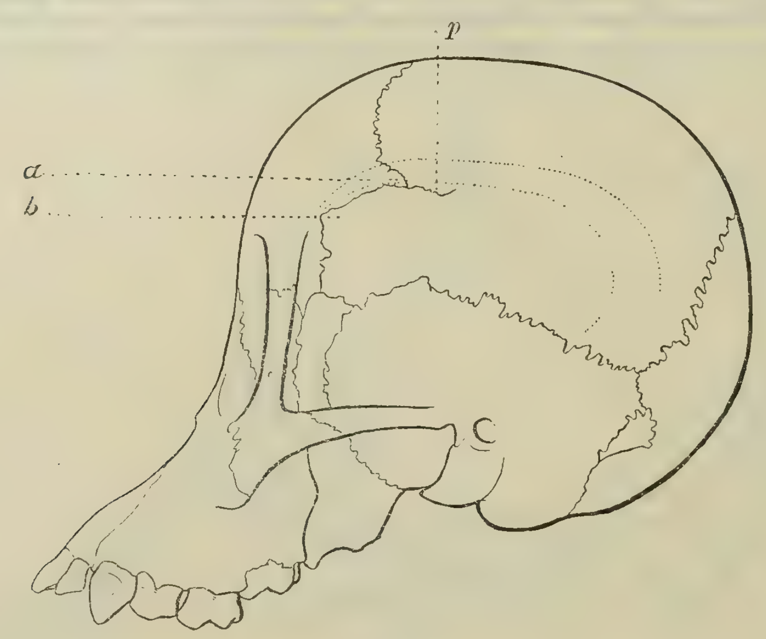


Fig. 20.
Junger Orangutanschädel mit p unvollständiger (sagittaler) Parietalnath und a deutlich ausgesprochenem Fortsatz des Stirnbeins in das Scheitelbein und b Fortsatz des Scheitelbeins in das Stirnbein.

von der Kranznath aus in das Scheitelbein einspringenden horizontal verlaufenden Parietalnäthe bei dem Orangutan relativ häufig vorkommende Erscheinungen sind.

Unter den 245 Orangutanschädeln fand ich, ausser dem beschriebenen Fall mit vollständiger Trennung, noch 13 mit unvollständiger sagittaler Scheitelbeinnath, welch letztere von der Kranznath aus parallel zur Pfeilnath und Schuppennath nach hinten läuft und ausnahmslos den Oberrand des „Stirnfortsatzes des Scheitelbeins“ resp. den Unterrand des correspondirenden Scheitelbeinfortsatzes des Stirnbeins bildet.

Die beigegebenen Abbildungen, Fig. 20—24, erläutern das eben geschilderte Verhältniss, welches für das Verständniss dieser von der typischen Bildung des erwachsenen Menschenschädels abweichenden Bildungen des Affenschädels das Verständniss eröffnet.

Von einer ins Einzelne gehenden Beschreibung der Orangutanschädel mit unvollständig sagittal getheiltem Scheitelbein kann hier abgesehen werden, da die Abbildungen von Orangutanschädeln verschiedenen Alters und Geschlechts für sich selbst sprechen.

Im Allgemeinen ist noch zu bemerken, dass die geringere Grösse des unteren Scheitelbeinabschnittes im Vergleich mit dem oberen, welche sich bei dem Orangutanschädel mit

vollkommen offener sagittaler Scheitelbeinnath zeigte, sich entsprechend bei allen Orangutanschädeln mit nur theilweise trennender Parietalnath wieder findet. Immerhin sind die Differenzen in der Grösse der beiden Scheitelbeinabschnitte etwas verschieden.

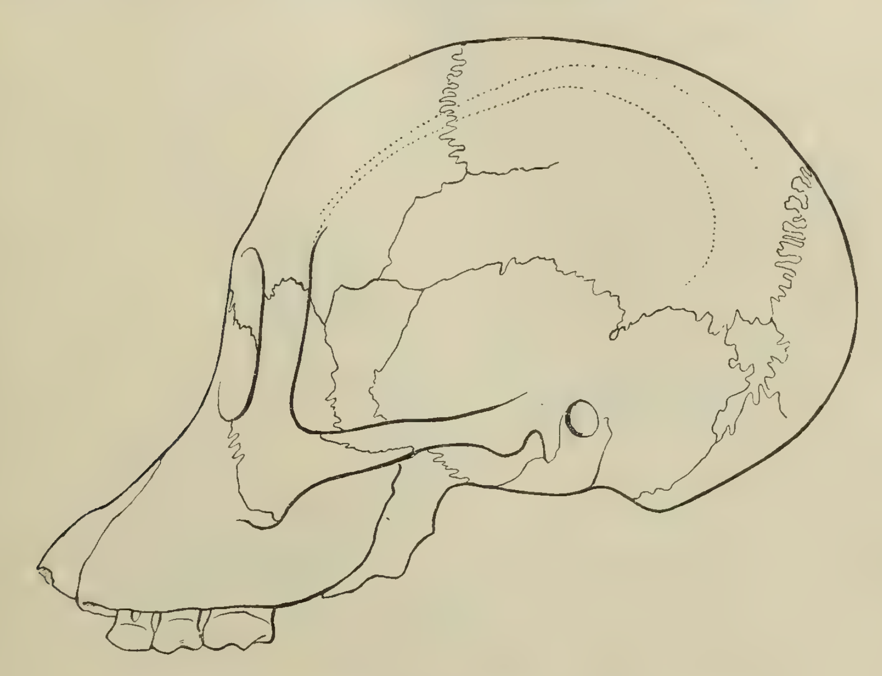


Fig. 21.
Jugendlicher Orangutanschädel mit unvollständiger Parietalnath.

Die statistischen Zählungen haben uns bis jetzt folgendes Resultat ergeben:

	Menschenschädel (Altbayern)	Affenschädel (Orangutan)
1 horizontale (= sagittale) vollkommen trennende Scheitelbeinnath fand sich unter	3000	245
3 horizontale unvollkommen trennende Scheitelbeinnäthe fanden sich unter	3000	—
13 horizontale unvollkommen trennende Scheitelbeinnäthe fanden sich unter	—	245

Auf 3000 Orangutanschädel würden sonach circa 12 Schädel mit vollkommen trennender horizontaler Scheitelbeinnath treffen (dagegen 1 Menschenschädel) und 170 mit unvollkommen trennender Nath (dagegen 3 Menschenschädel), d. h.: Bei den Orangutanschädeln ist die Häufigkeit der Scheitelbeinnäthe circa 40 mal grösser als bei dem erwachsenen Menschen.

Und dazu kommt noch, dass, nach den oben gegebenen Darstellungen, auch Schädel, an welchen sonstige Spuren der Parietalnath fehlen, doch in der Bildung der betreffenden

„Stirnbein- und Scheitelbeinfortsätze“ die bestimmten Anzeigen aufweisen, dass in einer früheren Lebensepoche eine Parietalnath faktisch bestanden habe.

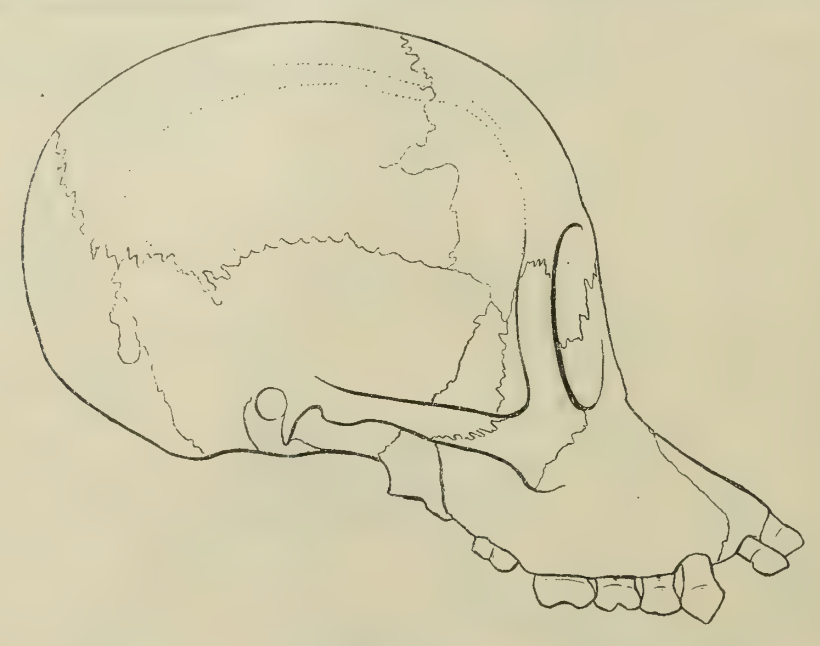


Fig. 22.
Jugendlicher Orangutanschädel mit unvollständiger Parietalnath.



Fig. 23.
Kindlicher Orangutanschädel mit unvollständiger Parietalnath.

Der untere Abschnitt des Scheitelbeins ist bei dem Orangutanschädel stets etwas von dem oberen Abschnitt gleichsam individuell verschiedenes: die stärkere Grössenentwickelung

nach vorn in das Stirnbein hinein, die scharfe winkelige Knickung der Kranznath nach vorwärts und die auffallende Veränderung ihrer Nathform, indem sie oben als Zackennath

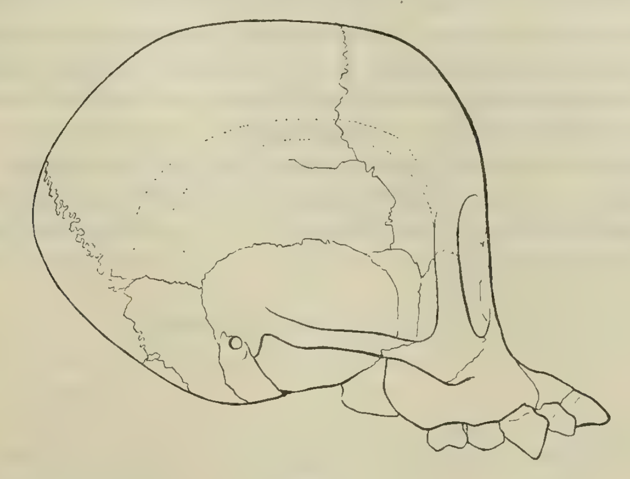


Fig. 24.
Kindlicher Orangutanschädel mit unvollständiger Parietalnath.

erscheint, während sie in ihrem unteren Verlauf die Zacken verliert und den Charakter einer Schuppennath erhält, — differenzirt (auch ohne Parietalnath) den unteren Scheitelbeinabschnitt von dem oberen in typischer Weise.

2. Das Vorkommen der sagittalen Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, an Schädeln anderer Affen und das Verhältniss der Nachbarknochen zum Parietale.

Für andere Affen als den Orangutan stehen mir grössere statistische Zählungen nicht zu Gebote. Um so bedeutsamer erscheint es, dass unter dem ziffernmässig geringfügigen Material, welches ich durchgesehen habe, doch einige quere Scheitelbeinnäthe nachgewiesen werden konnten.

Unter 8 jugendlichen Gorillaschädeln, bei welchen die Näthe offen und exact zu beobachten waren, fand ich einen, welcher, von der Mitte der Kranznath ausgehend, eine kurze, horizontal in das linke Scheitelbein einschneidende, offene Nath, eine unvollständige Parietalnath, zeigte.

Unter 11 jugendlichen Schimpanseschädeln, welche ich auf dieses Verhältniss prüfen konnte, fand sich einer, Fig. 25, dessen rechtes und linkes Scheitelbein durch je eine von der Mitte der Kranznath ausgehende unvollständige Parietalnath, bis zur Hälfte gespalten waren.

Unter einer relativ grossen Anzahl von Schädeln von Hylobates concolor, aus der Selenka'schen Sammlung des Münchener anthropologischen Instituts (70), habe ich bisher die Parietalnath nicht constatiren können.

Dagegen habe ich sowohl bei niederen Affen der alten wie der neuen Welt die (unvollständige) sagittale Scheitelbeinnath gefunden:

Ein Schädel von Cynocephalus ursinus besitzt beiderseits unvollständige sagittale Scheitelbeinnäthe, von der Kranznath aus einspringend.

Bei einem Schädel von Mycetes seniculus fand ich eine, in derselben Weise, rechts in das Scheitelbein 4 Millimeter weit horizontal sich ersreckende Parietalnath.

Aus diesen gelegentlichen Funden kann wenigstens so viel geschlossen werden, dass sich bei allen Primatengruppen in einzelnen Fällen die horizontale Scheitelbeinnath als die gleiche typische Bildung findet, wie bei dem Menschen. Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir, im Hinblick auf die geringe bisher darauf geprüfte Schädelanzahl, weiter annehmen, dass die Häufigkeit der wahren Scheitelbeinnath bei den Affen im Allgemeinen ziemlich viel grösser ist als bei dem erwachsenen Menschen; für den Orangutan konnten wir ja die grössere Häufigkeit direkt feststellen.

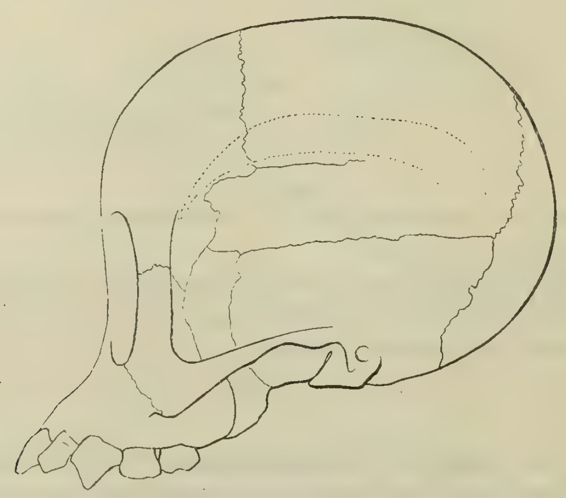


Fig. 25.
Kindlicher Schimpanse(?)-Schädel mit unvollständiger Parietalnath.

Dafür, dass bei allen Affen diese Scheitelbeinverhältnisse denen des Orangutan nahezu entsprechen, darf angeführt werden, dass bei allen jene secundären Spuren einer in einer früheren Lebensperiode stattgehabten sagittalen Theilung der Scheitelbeine hervortreten, welche nach der obigen Darstellung die Orangutanschädel aufweisen.

Bei den Affenschädeln zeigen sich ganz im Allgemeinen die oben angeführten secundären Zeichen einer, auch ohne quere Scheitelbeinnath, deutlichen Individualisirung des unteren und des oberen Scheitelbeinabschnittes. Namentlich auffallend sind in dieser Beziehung: Das fortsatzartige Vorspringen des unteren Scheitelbeinabschnittes in das Stirnbein, die winkelige Abknickung des unteren Theiles der Kranznath nach vorn, das correspondirende Einspringen eines fortsatzartigen Zackens des Stirnbeins in das Scheitelbein an der vorderen Grenze von dessen oberem und unterem Abschnitt. Auch die charakteristische Veränderung der Nathform des unteren Theiles der Kranznath ist meist deutlich ausgesprochen. Alles das haben wir als Zeichen einer früheren Quertrennung des Scheitelbeins erkannt. Bei den Schädeln erwachsener Menschen mit querer Scheitelbeinnath fand sich, von der Mitte des

betreffenden Schenkels der Lambdanath ausgehend, auch ein zackenartig in das Scheitelbein von hinten her einspringender Fortsatz der Hinterhauptsschuppe. Bei den Affen, auch bei dem Orangutanschädel mit vollkommen trennender querer Scheitelbeinnath, liess sich bisher ein solcher Hinterhauptsschuppenfortsatz nicht nachweisen. Es mag sich das daraus erklären, dass bei den Affen die von hinten nach vorn, von der Lambdanath aus, in das Scheitelbein einspringenden unvollständigen horizontalen Scheitelbeinnäthe, welche bei dem Menschen die Mehrzahl bilden, bisher noch nicht aufgefunden sind. Doch zeigte wenigstens ein Affenschädel, der oben erwähnte Cynocephalusschädel, nicht nur von vorne her, vom Stirnbein aus, einen zackenförmigen Fortsatz in das Scheitelbein einspringen, sondern es drang auch von der Hinterhauptsschuppe aus, also von hinten her, ein zackenförmiger Fortsatz in das Scheitelbein ein und zwar ungefähr in der gleichen Höhe im Scheitelbein wie der vordere Fortsatz. Durch diese beiden „Fortsätze" werden Vorder- und Hinterrand concav gestaltet, die Form des Scheitelbeins gewissermassen unregelmässig sanduhrförmig. In diesem Ausnahmsfall haben wir sonach Verhältnisse, welche ganz denen, welche wir beim Menschen gefunden haben, entsprechen.

Besonders bei den altweltlichen niederen Affen sind die hervorgehobenen, auf eine ehemalige Quertheilung der Parietalia deutenden Formbildungen nicht weniger regelmässig ausgebildet wie beim Orangutan.

Bei Schimpanse, Gorilla und Hylobates sind die „Fortsätze von Scheitel- und Stirnbein", sowie die winkelige Abknickung der Kranznath nicht immer so scharf ausgeprägt, wie sie uns bei jenen niederen Affen und beim Orangutan entgegentreten. Damit werden aber nur scheinbar menschenähnliche Verhältnisse der betreffenden Knochenverbindungen hervorgebracht. Die Art und Weise, wie sich das Scheitelbein zu Stirnbein und Jochbein verhält, ist bei den genannten Anthropoiden typisch soweit von der am Menschenschädel zu beobachtenden verschieden, dass sie zur Erkennung der einzelnen Arten und zur Differenzirung derselben unter sich und vom Menschen benützt werden können. Diese typischen Unterschiede sollen im Folgenden zusammengefasst, zum Theil mit Wiederholung des schon Beigebrachten dargestellt werden.

Während beim Menschen fast ohne Ausnahme der Hinterrand der Stirnbeinhälften und der Vorderrand der Scheitelbeine eine sehr annähernd geradlinige Begrenzung besitzen, springt, wie wir fanden, bei dem Orangutan ein zackenförmiger Fortsatz jederseits von dem Hinterrand des Stirnbeins nach hinten, die Begrenzungslinie des Stirnbeinhinterrandes verläuft nicht annähernd gerade, sondern ist etwas unter ihrer Mitte, winkelig nach hinten (convex) ausgebogen. Entsprechend ist der Vorderrand des Scheitelbeins nicht (wie beim Menschen fast ausnahmslos) geradlinig begrenzt, sondern zeigt eine winkelige Einbiegung nach hinten (concav), in welche sich jener zackenförmige Stirnbeinfortsatz hineinlegt. Diese Differenzen zwischen Mensch und Orangutan sind so typisch, dass sie nicht verkannt werden können. Ausserdem springt bei dem Orangutan der untere Scheitelbeinabschnitt fortsatzartig in das Scheitelbein ein, sodass ein Theil des Hirnschädelverschlusses in der Schläfengrube, welcher bei dem Menschen von dem Stirnbein geleistet wird, bei dem Orangutan auf den vorderen unteren Scheitelbeinwinkel fällt. Die Betheiligung des Stirnbeins an dem Hirnschädelverschluss ist bei dem Orangutan sonach eine geringere als bei dem Menschen. Bei dem Orangutan werden die unteren Partien des Stirnbeins der Hauptsache nach, wenn auch individuell in etwas verschiedenem Grade, für die Bildung der

Augenhöhlenumgrenzungen verwendet, sodass für den Verschluss der Schädelkapsel in der Schläfengegend nur ein verhältnissmässig schmaler Streifen des Stirnbeins übrig bleibt. Dafür schiebt sich der breite hohe, wohl abgegrenzte „Fortsatz des Scheitelbeins“ gleichsam in das Stirnbein hinein. In einem zufällig herausgegriffenen Fall messe ich z. B. bei einem weiblichen erwachsenen Orangutanschädel die Breite des für die Bildung der Seitenwand der Orbita verwendeten Theils des Stirnbeins zu 21 Millimeter. Bei einem Melanesierschädel, welcher als ein besonders niedriger Typus der menschlichen Bildung zum Vergleich ausgewählt wurde, betrug dagegen die Breite des für die Bildung der Seitenwand der Orbita verwendeten Theils des Stirnbeins nur 11 Millimeter. Bei dem zum Vergleich dienenden Orangutanschädel bleibt von dem Stirnbein nur ein Streifen von 2 Millimeter für den Verschluss der Schädelkapsel übrig, während bei dem Menschenschädel noch 29 Millimeter dazu zur Verfügung bleiben.

Dieses Einspringen des Scheitelbeins in das Stirnbein und dem entsprechend das Abrücken des hinteren unteren Theils des Stirnbeins von der eigentlichen Gehirnschädelkapsel in die Augenhöhlenwand hinein sind ausgesprochene Affencharakter der Schädelbildung. Im Gegensatz gegen diese auffallende Verschmälerung des Hirnschädelabschnittes des Stirnbeins beim Orangutan, steht bei dem Menschen eine Tendenz des Stirnbeins zur Verbreiterung in seinen unteren hinteren Partien,[1]) welche sich bis zur Fortsatzbildung der letzteren Scheitelbeinpartien in das Scheitelbeingebiet hinein — also vollkommen dem eben dargelegten Affencharakter des Scheitelbeins entgegengesetzt — steigern kann. Immerhin zeigen sich individuell zwischen den beiden Typen: Mensch und Orangutan auch in dieser Beziehung Uebergänge, wie sich schon aus den bisherigen Mittheilungen zur Genüge ergibt.

Sehr ähnlich dem Orangutan sind die betreffenden Verhältnisse der beiden besprochenen Knochen, Stirnbein und Scheitelbein, in der Schläfengrube zu einander, wie hervorgehoben, bei den niederen Affen der alten Welt.

Bei Schimpanse am meisten, aber auch unverkennbar bei Gorilla und bei Hylobates, nähern sich die Formen des Hinterrandes der Stirnbeinhälften und des Vorderrandes der Scheitelbeine insofern den menschlichen an, als beide Ränder vorwiegend geradlinig verlaufen. In allem Uebrigen ist aber der Unterschied von der typisch-menschlichen Form bei den genannten Anthropoiden noch auffallender.

Die mächtigen Augenhöhlen bedingen bei Gorilla und auch bei Schimpanse und Hylobates eine auffallende, typisch affenmässige, **Vergrösserung der Jochbeine.**

Bei Gorilla rückt der **Orbitaltheil des Jochbeins** mit seinem Oberrand weit an der Augenhöhlenwand in die Höhe. Dagegen bleibt der grosse Keilbeinflügel relativ in seiner Grössenentwickelung zurück, er erscheint dadurch verkürzt. In Folge davon nähern sich der Vorderrand der Schuppe des Schläfenbeins und der Hinterrand der Orbitalplatte des Jochbeins, nur einen relativ schmalen, unten von dem Oberrand des grossen Keilbeinflügels abgegrenzten, Raum zwischen sich lassend. In diesen Zwischenraum zwischen Schläfenbein und Jochbein schiebt sich ein entsprechend langer und schmaler Fortsatz des Stirnbeins zum grossen Keilbeinflügel herabsteigend, ein wahrer Keilbeinfortsatz des Stirnbeins,

---

[1]) J. Ranke, Stirnfortsatz der Schläfenschuppe bei den Primaten. Sitzungsbericht d. math.-phys. Classe d. k. bayer. Akad. d. Wiss., Bd. XXVIII, 1898, Heft II, S. 227—270. Abbildung auf S. 246, Fig. 1a.

Processus sphenoidalis ossis frontis. Dieser, bei dem Menschenschädel nur gelegentlich individuell spurweise angedeutete, Fortsatz trennt das Scheitelbein, oder wenn ein „Stirnfortsatz der Schläfenschuppe“ [1]) ausgebildet ist, die Schläfenschuppe von dem Hinterrand der Augenhöhlenplatte des Jochbeins. Die Entfernung des Scheitelbeins vom Jochbein ist sonach beim Gorilla beträchtlich viel geringer als bei dem Menschen, beide Knochen sind nur durch die geschilderte relativ schmale Knochenleiste, welche das Stirnbein liefert, von einander getrennt.

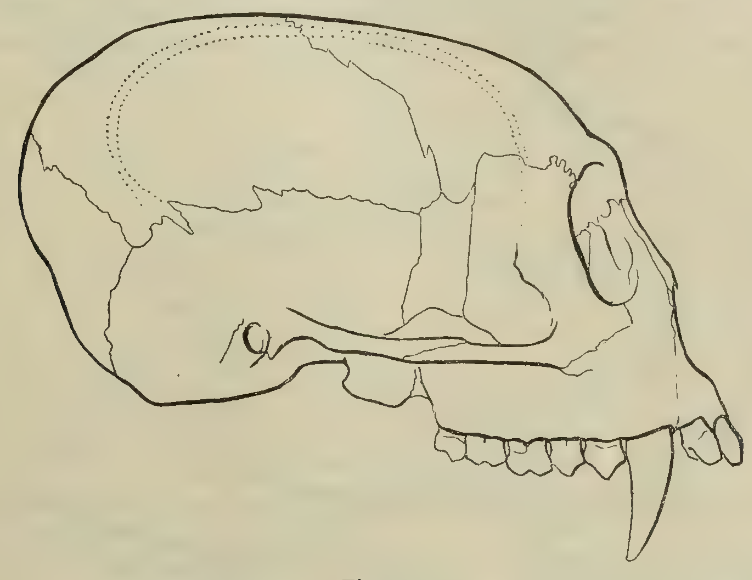


Fig. 26.
Schädel von Hylobates concolor. Gewöhnliche Schläfenbildung.

Bei Schimpanse ist das Verhältniss ganz ähnlich wie bei Gorilla, in der That ist der Fortsatz des Stirnbeins zur Ala magna, des Processus sphenoidalis ossis frontis, breiter und kürzer, aber die relative Vergrösserung der Augenhöhlenplatte des Jochbeins tritt scharf hervor, ausgesprochener als bei dem Orangutan, bei welchem jedoch trotzdem mehr oder weniger auffallende Keilbeinfortsätze des Stirnbeins auch nicht fehlen.

Den höchsten Grad aber erreicht die Annäherung des Scheitelbeins an das Jochbein bei dem Hylobates. [2])

Bei Hylobates ist für die Wandbildung der mächtigen, perspectivartig verlängerten Augenhöhlen die Augenhöhlenplatte des Jochbeins relativ noch viel beträchtlicher entwickelt als beim Gorilla. Jochbein und Scheitelbein nähern sich bis auf eine ganz geringe Entfernung, nur für einen langen schmalen Fortsatz des Stirnbeins, welcher sich zur Ala magna heraberstreckt, Raum lassend, Fig. 26. Die Entfernung zwischen Scheitelbein und Jochbein ist individuell etwas verschieden, in einzelnen Fällen verschwindet sie ganz, Scheitel-

---

[1]) J. Ranke, l. c.

[2]) Hylobates concolor der Selenka'schen Sammlungen des Münchener anthropologischen Instituts.

bein und Jochbein berühren sich, entweder durch eine schmale Knochenbrücke[1]) oder breit mit einander verbunden.[2])

Durch diese Bildung unterscheidet sich der Hylobates entschieden von den höheren Anthropoiden und dem Menschen und stellt sich zu den niederen Affen der **neuen Welt**, bei welchen, wie ich finde, die Verbindung des Scheitelbeins mit dem Jochbein das typische Verhältniss darstellt.

Diese Verbindung des Scheitelbeins mit dem Jochbein habe ich unter den niederen neuweltlichen Affen nachgewiesen bei: Mycetes, Pithecia, Lagotrix, Chrysotrix, Ateles, Cebus. Individuell kann die Verbindung fehlen.[3]) Die neuweltlichen Affen besitzen sonach

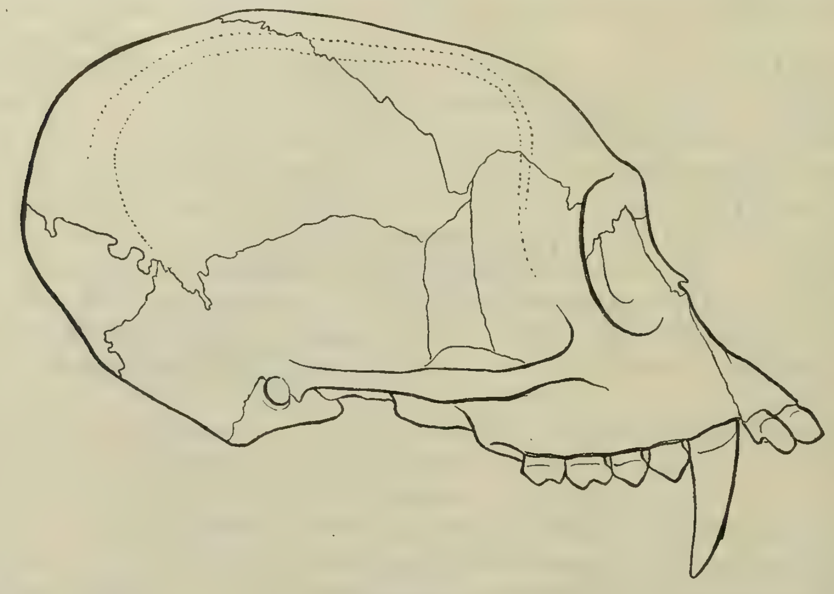


Fig. 27.
Schädel von Hylobates concolor. Schmale Berührung des Scheitelbeins mit dem Jochbein.

einen „Fortsatz des Scheitelbeins zum Jochbein, Processus jugalis ossis parietalis, welcher die Affen der neuen Welt von denen der alten Welt, einschliesslich der grossen Anthropoiden, und von dem Menschen unterscheidet. Hylobates nähert sich dagegen durch die sich bei ihm nicht selten findende Bildung eines solchen Jochbeinfortsatzes des Scheitelbeins den Affen der neuen Welt an.

[1]) Schädel der Selenka'schen Sammlung, No. 71, links.
[2]) Schädel der Selenka'schen Sammlung, Nr. 30.
[3]) Constatirt bei einem Exemplar von Mycetes caraya.

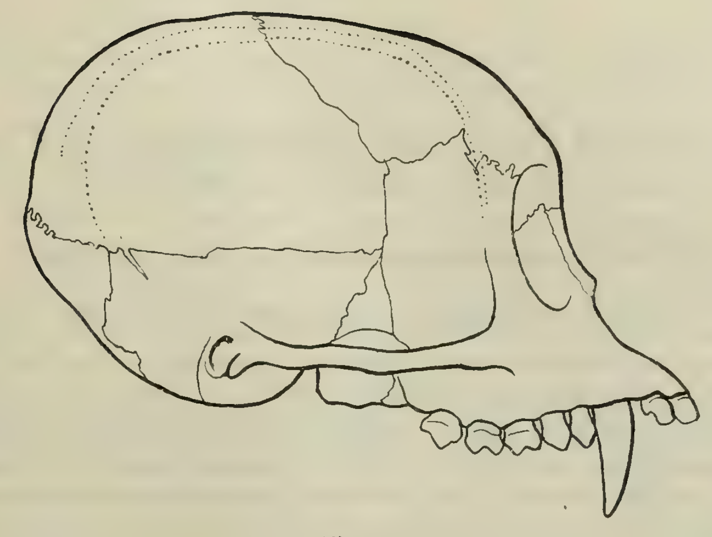


Fig. 28.
Schädel von Hylobates concolor. Leichte Berührung des Scheitelbeins mit dem Jochbein.

Einige allgemeine Ergebnisse der vergleichend-anatomischen Untersuchung.

Nicht nur bei dem erwachsenen Menschen, sondern auch, und zwar beträchtlich viel häufiger, findet sich bei dem Orangutan, aber auch bei den übrigen Anthropoiden und bei den niederen Affen der alten und neuen Welt, eine Theilung des Scheitelbeins durch eine sagittale (= horizontale) Nath; Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, in einen oberen und einen unteren Abschnitt. Die betreffende Nath kommt theils vollkommen, theils unvollkommen trennend vor. Stets zeigt aber bei Mensch und Affe das abgetrennte untere Stück des Scheitelbeins eine typische gleichartige von dem oberen Stück sich bis zu einem gewissen Grad individuell unterscheidende Bildung bezüglich seiner Form und seiner Nathverhältnisse.

Da sich diese Zeichen einer Individualisirung des unteren Scheitelbeinabschnittes bei dem erwachsenen Menschen, und theilweise noch energischer ausgesprochen bei den Affen, auch dann finden, wenn die Trennungsnath fehlt, so darf daraus die Vermuthung abgeleitet werden, dass diese eigenartige Ausbildung des unteren Scheitelbeinabschnittes darauf beruht, dass sich in einer früheren Periode der Entwickelung, jedes Scheitelbein je aus einem oberen und unteren, sich nach etwas verschiedenen Entwickelungsnormen ausbildenden, primär getrennten Abschnitte entwickelt habe.

Das obere und das untere Scheitelbein in den frühen Entwickelungsstadien des Menschen.

III. Neue entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen.

1. Untersuchungen an menschlichen Embryonen.

Die frühere, ohne Widerspruch allgemein acceptirte Ansicht war es, dass sich das Scheitelbein speciell beim Menschen in einheitlicher Weise anlege und auch heute noch hat diese Annahme ausgezeichnete Vertreter. So sagt Julius Kollmann[1]) in seinem erst 1898 erschienenen vortrefflichen Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen über die Verknöcherung der Scheitelbeine: „Die Parietalia verknöchern von je einem Ossificationspunkte aus, der als ein deutlicher Höcker, das spätere Tuber parietale, schon sehr früh bemerkbar ist“.[2])

Mit dieser Lehre wäre es zwingend verbunden, dass die Theilung der Scheitelbeine in einen oberen und einen unteren Abschnitt durch die Scheitelbeinnath als ein anormaler mehr oder weniger pathologischer Process angesprochen werden müsste. Es geschah das auch ausnahmslos bis zum Jahre 1882. Auch Hyrtl denkt als Erklärungsursache der Sutura parietalis an eine „Knickung“ des Scheitelbeins in der Richtung der oberen halbkreisförmigen Schläfenlinie.

In jenem Jahre erschien die erste Mittheilung des Herrn C. Toldt[3]) über die Entwickelung des Scheitelbeins des Menschen, welcher ein Jahr später eine eingehendere Darstellung folgte. Dadurch wurde die Frage in neue Bahnen gelenkt, was schon 1891 Sir William Turner in seiner zweiten Mittheilung über das Vorkommen der Scheitelbeinnath (an einem Australierschädel) anerkennt, er war auf Herrn Toldt's Angaben durch eine Notiz in secundärer Quelle aufmerksam geworden. Von den deutschen Anatomen, welche den neuen Standpunkt anerkannt und seine Kenntniss verbreitet haben, sind vor Allem zu nennen die Herren Oskar Schulze[4]) und Graf von Spee.[5]) Der

---

[1]) J. Kollmann, o. ö. Professor der Anatomie zu Basel, Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen. Mit 386 Abbildungen im Text. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1898.

[2]) l. c. S. 258.

[3]) C. Toldt, in: Maska, Handbuch der gerichtlichen Medicin. Die Knochen in gerichtsärztlicher Beziehung. Bd. III, 1882, S. 515.

Derselbe: Ueber die Entwickelung des Scheitelbeins des Menschen. Zeitschrift für Heilkunde. IV. Bd., 1883, S. 83—86. Taf. 2, Fig. 10 und 11.

[4]) Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere. 1897, Leipzig, W. Engelmann.

[5]) In K. v. Bardeleben, Handbuch der Anatomie. I. Bd., II. Abth. Skelettlehre. Kopf. 1896, Jena, Gustav Fischer, S. 114.

Erstere fasst die Entdeckung des Herrn C. Toldt in die Worte: „Das Scheitelbein ossificirt nach Toldt von zwei übereinanderliegenden Punkten aus, die sich später zum Tuber parietale vereinen".[1])

Bei diesem so scharf hervortretenden Gegensatz der Lehren zweier so allgemein anerkannten Autoritäten auf dem Gebiete der menschlichen Entwickelungsgeschichte wie Herr J. Kollmann einerseits und Herr O. Schultze andererseits erscheint eine eingehende Nachprüfung der Angaben des Herrn C. Toldt um so mehr angezeigt, da trotz der mehrfachen Erwähnung eine solche Nachprüfung in der Literatur, so viel ich sehe, noch nicht vorliegt.

Herr C. Toldt[2]) fasste das Ergebniss seiner Entdeckung in folgende Worte:

„Scheitelbein. Der Beginn der Ossification fällt in die 10. Embryonalwoche. Sie tritt auf in Gestalt eines weitmaschigen Netzes von zarten Knochenbälkchen, innerhalb welchem sich im Laufe der 11. und 13. Woche zwei übereinandergelegene dichtere Centren ausbilden. Von einem jeden derselben strahlen die Knochen(bälkchen) in radiärer Richtung aus und begegnen sich an der Grenze beider. In einzelnen Fällen ist indessen die strahlenförmige Anordnung in einem der beiden Centren minder deutlich ausgesprochen. Im Laufe des 4. Monats verschmelzen beide Ossificationscentren mehr und mehr, jedoch bleibt ihre frühere Grenze durch eine seichtere oder tiefere Einbuchtung an der vorderen oder hinteren Seite noch erkennbar. Im 5. Monat bildet sich dann an der Stelle der früheren Grenze der beiden Ossificationscentren der Scheitelhöcker aus. Es liegen also, entgegen der allgemein herrschenden Annahme, dem Scheitelbeine zwei wohl charakterisirte, wenn auch nicht vollständig getrennte, Ossificationsherde zu Grunde und lässt sich daraus das gelegentliche Vorkommen einer sagittal verlaufenden Nath in diesem Knochen erklären. Weiters ergibt sich daraus, dass es für das Scheitelbein ebensowenig, wie für das Stirnbein zutreffend ist, wenn die Tubera als die Stellen der ursprünglichen Ossificationscentren angesprochen werden."



1



2

Fig. 29a.

Toldt's Abbildungen der beiden Ossificationsentren des Scheitelbeins.

Ein Jahr später machte Herr C. Toldt[3]) über die Entwickelung des Scheitelbeins beim Menschen noch ausführlichere Mittheilungen, erläutert durch zwei in Naturgrösse gegebene Abbildungen. Fig. 29a 1 und 2. Die eine dieser Abbildungen (Fig. 1) zeigt „die Scheitelbeinanlage aus zwei übereinanderliegenden, wohl charakterisirten Ossificationsherden bestehend, deren Mittelpunkte 9 Millimeter weit von einander abstehen". Die zweite Abbildung (Fig. 2) gibt eine Anschauung der fortgeschritteneren Entwickelung.

[1]) l. c. S. 211.

[2]) 1882. In Maska l. c. S. 524.

[3]) Zeitschrift für Heilkunde. IV. Bd., 1883. Prag. Osteologische Mittheilungen 2, S. 83—86. Taf. 2 Fig. 10 (hier 1) und 11 (hier 2).

„In Folge der weiterhin von beiden Ossificationsherden aus in radiärer Richtung fortschreitenden Anbildung von Knochensubstanz rücken die dichteren Theile beider Centren näher zusammen und verschmelzen endlich zu einem einheitlichen oblongen Knochenplättchen."

„Die Knochenbälkchen (bilden) im Grossen und Ganzen zwei übereinanderliegende Gruppen, deren jede in ihrer Mitte eine entschieden netzförmige Anordnung der Bälkchen mit kleinen rundlichen Maschenräumen erkennen lässt. Die peripher gelegenen Bälkchen einer jeden Gruppe laufen strahlenförmig aus. Wenn gleich nun beide Gruppen durch die einander zugewendeten Ausläufer in Verbindung stehen, so ist doch ersichtlich, dass sie zwei bis zu einem gewissen Grad selbständige Ossificationscentren darstellen, welche sich in einer ursprünglich gemeinsamen Anlage — einem Netzwerk von Knochenbälkchen — gebildet haben."

Meine Nachprüfungen der Angaben des Herrn C. Toldt haben im Wesentlichen eine vollkommene Uebereinstimmung meiner Beobachtungen mit den seinigen ergeben. Nur in einen Punkt muss ich weiter gehen, es handelt sich, wie ich finde, nicht nur um „zwei bis zu einem gewissen Grad selbständige Ossificationscentren" des Scheitelbeins, sondern:

Das Scheitelbein der menschlichen Anatomie ist ein Complex von zwei embryonal getrennt angelegten Elementarknochen des Schädels, welche erst im späteren Verlauf der Entwickelung mit einander verschmelzen.

Die neuen, namentlich von Herrn O. Schultze vertretenen Methoden der Untersuchung makroskopischer Knochenentwickelung geben jedem Anatomen die Möglichkeit einer leicht auszuführenden Nachprüfung der betreffenden Beobachtungen an die Hand.

Herr O. Schultze[1]) hat in seinem oben citirten „Grundriss der Entwickelungsgeschichte" eine classische Abbildung des knöchernen Kopfskelettes des menschlichen Embryo vom Ende des 3. Monats mitgetheilt. Die Abbildung zeigt den Kopf halb von vorne, sodass das nur theilweise sichtbare Parietale nichts von den beiden Toldt'schen Verknöcherungscentren erkennen lässt. Aber das ist klar, dass nach der gleichen Methode dargestellte Präparate alle älteren bisher geübten Methoden der makroskopischen Untersuchung der Verknöcherung an Schönheit und Deutlichkeit übertreffen müssten. Jene Abbildung Schultze's ist nach einem Kali-Glycerin-Präparat, d. h. nach einem „Dauerpräparat durchsichtiger Embryonen" ausgeführt. Die Embryonen werden längere Zeit,[2]) mindestens 8 Tage, in Alkohol gehärtet und dann direct in wässerige Lösung von Kali causticum von 3—5 % übertragen. Die Embryonen werden darin nach und nach durchsichtig und können dann in Glycerin mit Formalzusatz conservirt werden. Diese Methode ist, wie Herr O. Schultze mit Recht bemerkt, „in der That das eleganteste und beste Mittel zum Studium der makroskopischen und mit der Lupe zu verfolgenden Vorgänge der Knochenbildung und macht oft die mühsame Serienmethode überflüssig".

Ich habe die Kali-Glycerin-Methode nicht nur an ganzen Embryonen sondern auch mit gutem Erfolg an in Spiritus aufbewahrten natürlichen Skeletten von Embryonen angewendet. Stets habe ich an den „durchsichtigen Embryonen" die Kopfhaut weggenommen, wodurch feinere Verhältnisse der Schädelknochen noch deutlicher und schärfer hervortreten.

---

[1]) l. c. S. 211, Fig. 179.

[2]) l. c. S. 459.

Irre ich mich nicht, so sind die obigen Abbildungen des Herrn C. Toldt nach Trockenpräparaten ausgeführt.[1]) Für spätere Entwickelungsstadien sind Trockenpräparate vortrefflich zu benützen. Einen noch freieren Einblick in die Knochenstructur erhält man aber, wenn man die einzelnen Knochen von den Weichtheilen vollkommen isolirt. Vom Ende des 3. und vom Anfange des 4. Monats an kann man an solchen trocken isolirten Knochenpräparaten die feineren Structurverhältnisse recht gut studiren. Man erhält die Knochen auf das Feinste und vollkommen unbeschädigt isolirt durch Behandlung des frischen oder in Alkohol conservirten Skeletts mit Eau de Javelle, die Präparate werden, wenn sich alle Weichtheile gelöst haben, in reichlich Wasser ausgewaschen. Bekanntlich löst auch Kalilauge nach längerer Einwirkung die Weichtheile schliesslich bis auf die Knochen auf.

Meine eigenen Untersuchungen sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

Bei einem Embryo von 45 Millimeter Gesammtkörperlänge zeigt sich an dem vollkommen durchsichtigen Schädel als erste Andeutung eines der Hautknochencomplexe die Anlage der Interparietale. Vom Scheitelbein ist noch nichts mit freiem Auge zu erkennen. Dagegen erscheint das aus zwei in der Mittellinie verschmelzenden Theilstücken gebildete Occipitale superius, aus primärer Knorpelverknöcherung hervorgegangen, schon als eine dichte Knochenbildung gut entwickelt. Unten in der Mitte des Occipitale superius zeigt sich, von entsprechender Knochenstructur, als ein kleiner getrennter Knochenkern, das Ossiculum Kedkringi, Manubrium squamae occipitalis Virchow.

Vollkommen entwickelt, aber auch noch vollkommen von einander getrennt, fand ich das obere und das untere Scheitelbein bei einem Embryo von 65 Millimeter Gesammtkörperlänge, bei welchem Hautknochen der Schädelcapsel schon wohl ausgebildet erscheinen. Fig. 29. Das untere Scheitelbein ist nahezu kreisrund, Höhen- und Querdurchmesser sind gleich, 5,5 Millimeter. Das obere Scheitelbein ist von länglich ovaler Gestalt nach hinten etwas verschmälert, grösste Länge 8,0, Breite in der Mitte 4,0 Millimeter. Die beiden Elementarknochen liegen auf eine Strecke von 3,5 Millimeter einander genähert; vorne trennt sie ein tiefer, winkelig zwischen sie einspringender Zwischenraum; hinten ist die Trennungsspalte von der gleichen Gestalt, aber kürzer und schmäler. Fig. 30.

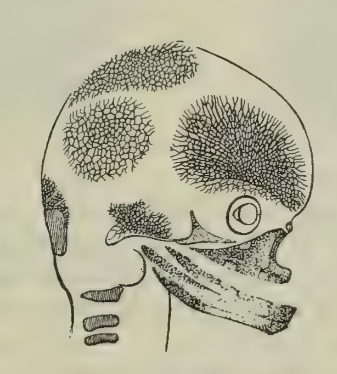


Fig. 29.
Abbildung eines Embryokopfes aus dem 3. Entwickelungsmonat mit oberem und unterem Scheitelbein, beide noch vollkommen von einander getrennt.

Ein Embryo von 90 Millimeter Gesammtkörperlänge zeigt die Trennung des oberen und des unteren Scheitelbeins ebenfalls noch vollkommen. Die Gestalten und das Grössen-

[1]) Es gilt das wenigstens für eine der beiden Figuren. Herr Toldt hat jene Figur 11 in seinem Anatomischen Atlas für Studirende und Aerzte. 1896, II. Lieferung, B. Die Knochenlehre, auf S. 103 in Fig. 227 wiederholt mit der Beschreibung: Trocken dargestellter Schädel eines menschlichen Embryo aus der Mitte des 4. Monats, 9 Centimeter Körperlänge.

verhältniss der beiden Elementarknochen erscheinen aber verändert. Fig. 31. Das obere Scheitelbein ist nun das grössere. Es liegt mit seiner Längenausdehnung in der Richtung der künftigen Sagittalnath und ist nun von regelmässig breitovaler Gestalt, grösste Länge 10,0, mittlere Breite 7,0 Millimeter. Das untere Scheitelbein hat eine beinahe viereckige Gestalt angenommen und hat namentlich seine Höhenausdehnung vergrössert, während es in



Fig. 30. Fig. 32. Fig. 31.

Fig. 30, 31, 32. Verschiedene Stufen der Entwickelung des Scheitelbeins während des 3. Monats.
Fig. 30. Von dem gleichen Embryo wie Figur 29. Die beiden Scheitelbeine noch vollkommen getrennt.
Fig. 31. Die beiden Scheitelbeine haben an Grösse zugenommen und ihre Gestalt verändert, sind aber noch fast vollkommen getrennt.
Fig. 32. Die beiden Scheitelbeine sind grossentheils verschmolzen, die beiden Ossificationscentren noch deutlich.

der Breite weniger zugenommen hat, die Hauptausdehnung des unteren Scheitelbeins steht hier sonach nach aufwärts gewendet, senkrecht auf die horizontal gerichtete Hauptlängenausdehnung des oberen Scheitelbeins. Die grösste Höhe des unteren Scheitelbeins beträgt 8,1, die mittlere Breite 6,0 Millimeter. Der Vorderrand, welcher sich schon dem Hinterrand des Stirnbeins anlegt, ist fast geradlinig. Die Strecke, auf welche sich die beiden Elementarscheitelbeine an einander legen, Parietalnath, misst 5,0 Millimeter. Von vorn her springt noch immer eine breite Spalte winkelig, zur Parietalnath sich zuspitzend, ein. Am Hinterrand ist nun das Verhältniss dem am Vorderrand sehr ähnlich, der winkelig zwischen die beiden Elementarknochen einspringende Zwischenraum nun eher breiter. Die Parietalnath beginnt sonach vorn und hinten zwischen den beiden Elementarscheitelbeinen mit einer dreieckigen fontanellartigen Erweiterung.

Bei einem Embryo von 11,0 Centimeter Gesammtkörperlänge fand ich die beiden Scheitelbeine schon mit einander verschmolzen. Die beiden erweiterten Anfangs- resp. End-

abschnitte der ehemaligen Parietalnath sind noch zu erkennen, hier erscheint die Knochenstrahlung weniger dicht, als an den sonstigen Randpartien. Die Ossificationscentren der beiden Elementarscheitelbeine sind noch vollkommen deutlich, die Bildung der Tuber parietale beginnt, durch Ausbildung von Knochenstrahlen, welche von den beiden Stellen, wo vorn und hinten die Parietalnatherweiterungen bei den jüngeren Embryonen liegen, gegen die Mitte zu einstrahlen, ihr Verlauf ist sonach von vorn und hinten nach innen, wohin sie convergiren, dagegen zeigt sich eine entsprechend gerichtete Strahlung von unten und oben nach innen noch nicht entwickelt. Der Knochencomplex des oberen und unteren Scheitelbeins ist jetzt unregelmässig oval, höher als breit, vorne mit einem beinahe gerade, hinten mit einem energisch convex ausgebogenen Begrenzungsrand. Grösste Höhe des verschmolzenen Scheitelbeins 18,0, mittlere (grösste) Breite 14,0 Millimeter.

Ganz ähnlich zeigten sich die Verhältnisse bei einem Embryo von 10,0 Centimeter Gesammtkörperlänge, sonach wenig kleiner als der letzt besprochene. Das Knochengefüge des Hinter- und Vorderrandes ist noch etwas lockerer und an beiden Rändern, etwa in der Mitte, zeigen sich noch offene Reste der Parietalnath, winklig fontanellartig einspringend. Der mittlere Verlauf der Nath ist aber ebenfalls schon verstrichen, namentlich in der Mitte ist die Verschmelzung der von unten vom Ossificationscentrum des unteren Scheitelbeins auf, und der von oben vom Ossificationscentrum des oberen Scheitelbeins herabsteigenden Knochenstrahlen schon deutlich erfolgt.

Durch Mareration kann man in diesem Grössenstadium schon sehr schön die Schädelknochen getrennt erhalten. Ich habe von einem Embryo von 11 und von einem zweiten mit 12 Centimeter Gesammtkörperlänge die Scheitelbeine marerirt und gebe nebenstehend eine möglichst naturgetreue Abbildung. Fig. 32.

Die Verschmelzung der beiden elementaren Scheitelbeine ist bis auf sehr geringe Spuren der ehemaligen Trennung an den Rändern eine vollkommene. Die beiden primären Ossificationsstrahlungen sind noch deutlich, aber schon hat die Bildung des Scheitelbeinhöckers in der Mitte der Verbindungslinie der beiden Scheitelbeinelemente weitere Fortschritte gemacht, das Knochengefüge ist im Umkreis des künftigen Scheitelbeinhöckers entschieden dichter, die die Hautverknöcherungen charakterisirenden Lücken und Maschen zwischen den Knochenstrahlungen enger, z. Th. schon ganz durch Knochensubstanz ausgefüllt. Die Form des Knochens wird im Ganzen mehr viereckig, noch beträchtlich höher als breit, grösste Höhe 21,0, mittlere Breite 16,0 Millimeter, sodass sich die Form des Gesammtscheitelbeins der für die Schädel älterer Früchte und Neugeborenen charakteristischen viereckigen mehr annähert.

Ein einem wenig grösseren Embryo zugehörende Scheitelbein von 21,0 Millimeter Höhe und 19,0 Millimeter mittlerer Breite zeigt die von der Mitte des Knochens ausgehende radiäre Knochenstrahlung vollständig nach allen Seiten entwickelt. Es zeigt sich aber in der Mitte des Knochens ein centrales Feld, welches aus relativ engmaschigen nicht deutlich radiär angeordneten Knochenbälkchen besteht; die Grösse dieses Mittelfeldes, welches dem Centrum des Scheitelbeinhöckers entspricht, misst, als Kreisscheibe gedacht, in seinen Durchmessern 4 bis 4,5 Millimeter. Um ebenso viel stehen nach den oben gemachten Angaben die Ossificationsmittelpunkte des oberen und des unteren Elementarscheitelbeins von einander ab. Dieses der Mitte des Scheitelbeinhöckers entsprechende Mittelfeld des

combinirten Scheitelbeins, gegen welches die Knochenstrahlen radiär einfallen, wird sonach aus den **verschmolzenen Ossificationscentren** des oberen und des unteren Scheitelbeins gebildet. Der Scheitelbeinhöcker bildet sich sonach nicht sowohl an der Stelle der früheren Grenze der beiden „Ossificationscentren", sondern durch Verschmelzung der beiden früheren getrennten Mittelpunkte derselben zu einem gemeinschaftlichen einheitlichen Centrum. —

Die zwar seltene aber vollkommen typische horizontale (sagittale) Trennung des Scheitelbeins durch die Sutura parietalis bei dem erwachsenen Menschen wird, wie das Herr C. Toldt zuerst festgestellt hat, durch die individuelle Entwickelung des Scheitelbeins bedingt. Das Scheitelbein ist ein Complex aus zwei elementaren Knochenindividuen, deren Trennungsgrenze aus gewissen Ursachen ebenso gut, wenn auch weniger häufig, persistiren kann wie die Stirnnath, die embryonale Trennungsgrenze der beiden elementaren Stirnbeine.

Die vergleichend anatomischen Beobachtungen führen, wie sich aus den vorausgehenden Darstellungen ergibt, den Beweis, dass in Beziehung auf den Bau der Scheitelbeine eine weitgehende Uebereinstimmung zwischen dem Menschen einerseits und den Anthropoiden und den niederen Affen andererseits besteht. Speciell beweist das Vorkommen der Trennung der Scheitelbeine in einem oberen und in einem unteren Abschnitt, dass bei allen Primaten primär nicht zwei, sondern vier Scheitelbeine, je ein oberes und ein unteres Scheitelbein, vorhanden sind, welche erst in der weiteren Folge der inviduellen Entwickelung zu zwei Scheitelbeinen verschmelzen. Bei manchen Wirbelthieren schreitet die Verschmelzung zur Bildung eines einzigen Scheitelbeins am Schädel fort.

2. Die Parietalnath bei Schädeln von Neugeborenen und älteren Früchten.

Angaben aus der Literatur.

Da sich, wie es die vorausgehenden Untersuchungen beweisen, jedes Scheitelbein des erwachsenen Menschen aus einem Complex zweier Elementarknochen, aus der Verschmelzung eines oberen und eines unteren Scheitelbeins bildet, so darf vorausgesetzt werden, dass die bei dem Erwachsenen so seltene Trennung des Scheitelbeins durch eine sagittale Parietalnath bei älteren Früchten und Neugeborenen relativ häufiger vorkommen müsse.

Die ältere Literatur zählt wirklich schon eine Anzahl von Beobachtungen über das Vorkommen dieser Trennung des Scheitelbeins bei Neugeborenen und älteren Früchten auf. Ich habe oben darauf hingewiesen, dass, was bisher noch nicht geschehen ist, zwischen dem Vorkommen der Parietalnath bei Erwachsenen und bei noch unentwickelten Schädeln unterschieden werden müsse.

In der Literatur finde ich bisher folgende Angaben:[1])

Im Jahre 1765 beschrieb Gualth. von Doeveren[2]) einen „Kinderschädel", bei welchem das linke Scheitelbein durch eine „zweite Sutura sagittalis", welche von der Kranznath bis zur Lambdanath etwa durch die Mitte des Knochens ging, in zwei Abschnitte getrennt war.

---

[1]) Zusammenstellung der älteren Literatur bei: Wenzel Gruber, Ueber congenitale Theilung des Parietale durch eine quere und schräge Sutur. Virchow's Archiv, 50. Bd., 1870, S. 113 ff.

[2]) Specimen observ. academ. Groningae et Lugd. Batav. 1865. Cap. XIII. Observ. asteol. pag. 195.

A. Murray[1]) fand bei einem hydrocephalen Neugeborenen männlichen Geschlechts 1797 beide Scheitelbeine quer getheilt: „os bregmatis utrinque ex transverso bipartitum fuisse".

„Bei einem männlichen Fötus ohne Hydrocephalus aber mit 6 Fingern an jeder Hand und 6 Zehen an jedem Fusse, mit einem Hirnbruch in der Occipitalfontanelle und mit einer Spalte im hinteren Theil des Gaumens sah Wenzel Gruber[2]) 1857 das linke, in seiner Sammlung aufbewahrte Parietale, in ein oberes etwas grösseres und ein unteres Stück durch eine quere Spalte getheilt. Das obere Stück ist am vorderen Ende und das untere am hinteren breiter. Die Ränder der Hälfte an der abnormen Spalte sind rückwärts wirklich gezähnelt."

Ramsay H. Traquair[3]) beschrieb 1863 bei einem 8—9 Monate alten Fötus das rechte Scheitelbein durch eine Spalte, welche in einer schrägen und zickzackförmigen Linie

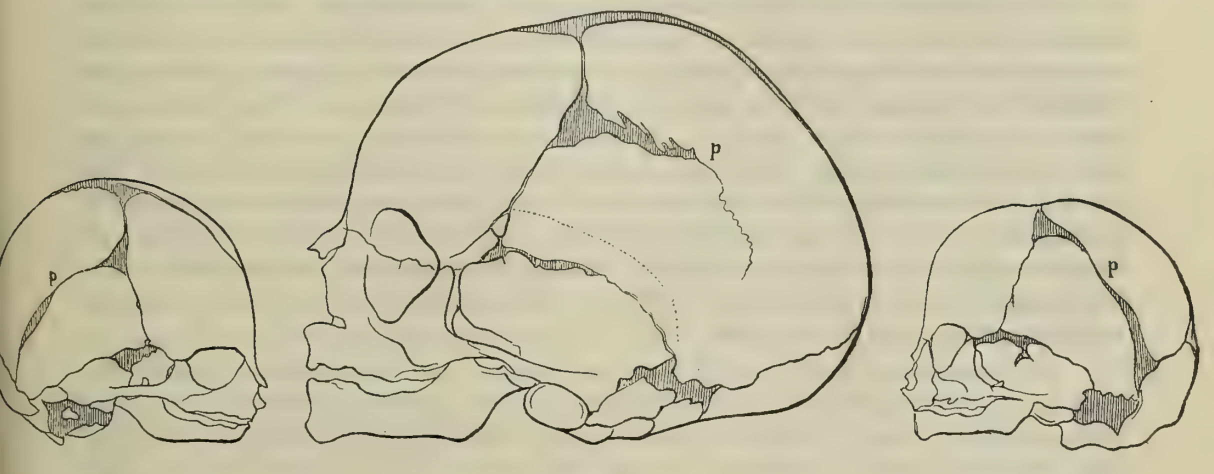


Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

Fig. 33, 34, 35. Hyrtl's Embryonenschädel mit Parietalnath.
Bei Fig. 33 und 34 mit grosser vorderer fötaler Parietalfontanelle.
Bei Fig. 35 weite vordere und hintere fötale Parietalfontanelle.

vom Angulus sphenoidalis bis zur Mitte des rechten Margo lambdoideus sich erstreckt, in einen oberen und einen unteren Abschnitt getrennt. Der obere Abschnitt ist grösser und viereckig, der untere ist nur halb so gross wie der obere und dreieckig. Das getheilte rechte Scheitelbein ist um ein Viertel grösser als das ungetheilte linke. Das Schädeldach ist unsymmetrisch, rechts beträchtlich weiter als links.

Im Jahre 1871 hat Hyrtl[4]) drei Schädel von Embryonen beschrieben und abgebildet mit Sutura parietalis, unsere Fig. 33, 34, 35.

„Der erste dieser Schädel mit linksseitiger Trennung des Seitenwandbeins gehört einer Frühgeburt an. Fig. 34. Die Trennung wird an ihm nicht durch eine zackige Nath, sondern

[1]) Schwedische Annalen von Rudolphi, Bd. I. Berlin und Stralsund 1799. S. 119.

[2]) l. c. S. 114.

[3]) The Natural History Review. London und Edinburgh. Bd. III, 1863, S. 132. Note on an abnormality in the ossification of the parietal bones in the human foetus, von R. H. Tranquair. Mit Abbildung. — Siehe auch: Sir William Turner l. c. (Report on the human Skeletons I.) S. 57.

[4]) l. c. S. 10 und 11 und Tafel II, Fig. 5, 6, 7.

durch eine Fissur bedungen, welche von der Mitte der Margo coronalis im Bogen gegen den Lambdarand der Parietale hinzieht, ohne letzteren zu erreichen. Am Beginn zeigt sich die Fissur als eine breite, dreieckige, häutige, geschlossene Kluft, wie eine Fontanelle, verschmälert sich im Lauf nach rückwärts und wird erst auf dem Höcker des Seitenwandbeins zur linearen Fissur, welche einen halben Zoll vor dem Lambdarand endet. Von den beiden Segmenten des getheilten Seitenwandbeins ist das untere dem oberen etwas an Breite überlegen. Die Ebene des Seitenwandbeins lässt an der Stelle der Fissur eine deutliche Knickung absehen. Die Linea semicircularis inferior ist zu erkennen und zieht so nahe am Schuppenrand des Knochens hin, dass ihre Entfernung von diesem nur etwa 2 Linien beträgt, wie denn überhaupt diese Linie an kindlichen Schädeln um so tiefer steht, je jünger sie sind."

„Ein weiterer Fall einer linksseitigen Fissur im Seitenwandbein gehört einem fünfmonatlichen Embryo an. Die Fissur durchläuft die ganze Breite des Knochens. Sie beginnt nahe an der Stirnfontanelle am Margo coronalis und endet am Angulus mastoideus des Scheitelbeins. Anfang und Ende erscheinen als kleine dreieckige Fontanellen, denen einander zugekehrte Spitzen durch die lineare Fissur miteinander verbunden werden. Die Richtung der Fissur steigt schief von vorn und oben nach hinten und unten, wie in dem von Gruber abgebildeten Fall (siehe oben S. 287 und 292), welchen Hyrtl übrigens, wie gesagt, trotz der von Gruber angeführten Gründe, nicht für eine angeborene Theilung des Seitenwandbeins halten möchte, sondern für eine bereits stellenweise durch schmale Callusbrücken geschlossene, erworbene Fissur (Bruch). Die Knickung in der Ebene des Seitenwandbeins fällt scharf in die Augen."

„In einem dritten Fall, Fig. 33, zeigt das Cranium eines viermonatlichen Embryo eine „rechtseitige obliterirte Fissur des Seitenwandbeins, welche am Margo coronalis mittelst einer kleinen dreieckigen Fontanelle beginnt und in stark nach hinten abfallendem Bogen über das Tuber parietale wegstreicht, um an der Stelle des Angulus mastoideus zu enden. Eine stark ausgeprägte Knickung des Seitenwandbeins entspricht dieser Linie."

„Ein ganz gleicher Fall von linksseitiger Verschmelzung eines getheilt gewesenen Seitenwandbeins (fünfmonatlicher weiblicher Embryo) ist auf Hyrtl's Tafel II, Fig. 7 (unsere Fig. 35) abgebildet. Das vordere und hintere Ende der geschlossenen Fissur klafft noch als kleine dreieckige Fontanelle."

In Rüdinger's Katalog[1]) der anthropologischen Sammlung der Münchener Anatomie findet sich ein Schädel eines Neugeborenen (144 (157a) angegeben mit Sutura parietalis.

Herr C. Toldt hebt hervor,[2]) dass an Stelle des seichteren oder tieferen Einschnitts an dem hinteren und vorderen Rand, durch welche noch im vierten Monat das embryonale Scheitelbein seine Abkunft und zwei Verknöcherungscentren leicht erkennen lässt, nicht selten noch im 5.—6. Monat, selbst noch später eine mehr oder weniger tief eingreifende Spalte in dem Scheitelbein sich finde.

---

[1]) J. Ranke, Archiv für Anthropologie. Bd. XX. 1891/92. „Die Rassenschädel und Skelette in der k. anatomischen Anstalt in München. Nach dem Bestand vom Jahre 1889."

[2]) Osteologische Mittheilungen l. c. Bd. 85.

Meine Beobachtungen an Schädeln von Neugeborenen und älteren Früchten der altbayerischen brachycephalen Bevölkerung.

Meine eigenen Beobachtungen bestätigen die Angaben des Herrn C. Toldt und ich kann noch hinzufügen, dass auch noch an den Schädeln Neugeborener unseres Volkes recht häufig eine mehr oder weniger weit in das Scheitelbein eindringende Spalte an die ehemalige vollkommene sagittale Trennung des Scheitelbeins erinnert.

Das Verhältniss entspricht etwa dem Vorkommen der Parietalnathreste bei jugendlichen Orangutanschädeln. Nur fällt auf, dass bei dem neugeborenen Menschen der Nathrest häufiger von hinten her, von der Lambdanath aus, in das Scheitelbein eindringt, während bei den Orangutanschädeln die Parietalnathreste von der Kranznath aus, von vorne her, einschneiden. Für erwachsene Menschenschädel hat sich uns oben das gleiche Verhältniss ergeben.

Meine im Folgenden mitgetheilten Beobachtungen geben die ersten Anfänge einer Statistik der sagittalen Theilung der Scheitelbeine für Neugeborene und ältere Früchte für eine in sich geschlossene deutsche Volksgruppe, Altbayern.

Unter 162 darauf geprüften Schädeln von neugeborenen Kindern und menschlichen Früchten aus dem 8., 9. und 10. Monat habe ich die folgenden 42 mit Resten der **Sutura parietalis transversa Hyrtl** gefunden.

1. Nathreste von der Lambdanath, von hintenher einschneidend, rechts und links 10 Millimeter lang. Es findet sich auch jederseits eine Spalte von dem unteren hinteren Winkel des Scheitelbeins, Angulus mastoideus, nach vorwärts und aufwärts gegen den Scheitelbeinhöcker zuziehend.

2. Ebenfalls hinterer Nathrest rechts und links 13 Millimeter lang. Fig. 36. Rechts ist auch vorn die Parietalnath als eine weit offene Spalte erhalten, welche sagittal durch die Mitte des Scheitelbeins 21 Millimeter lang; links zeigen sich an der entsprechenden Stelle auf eine Strecke von 17 Millimeter Spuren der verwachsenen Nath.

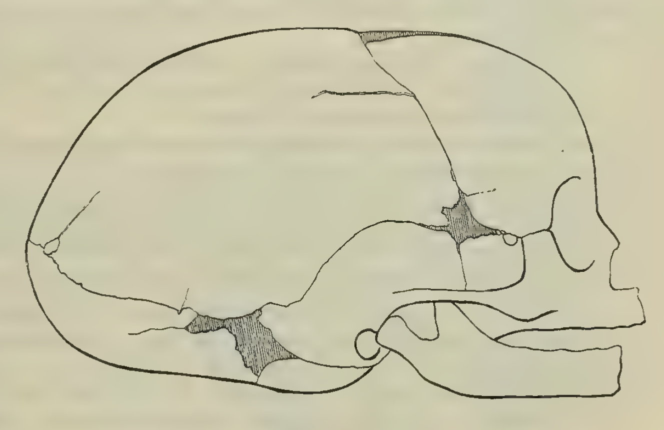


Fig. 36.

Fig. 36. Schädel eines Neugeborenen mit unvollständiger vorderer und hinterer Parietalnath. In der hinteren Parietalfontanelle ein Fontanellknochen.

3. In der Mitte der Kranznath links ein kleiner Worm'scher Knochen, dem vorderen Anfang der Parietalnath an der Kranznath resp. der dort früher bestandenen embryonalen dreieckigen vorderen Scheitelbeinfontanelle entsprechend, 1,5—2 Millimeter lang. Links hinten Nathspur.

4. Rechts und links hintere Nathreste, rechts 15, links 12 Millimeter. Der Vorderrand des Scheitelbeins zeigt etwa in der Mitte eine ziemlich tiefe Einbuchtung, in welche eine Vorbuchtung des Stirnbeins einspringt, rechts und links. Ein ähnliches Verhalten zeigen alle

diese jungen Schädel mehr oder weniger, zum Theil extrem ausgebildet. Letzteres gilt für Schädel 5.

5. Rechts hinterer Nathrest. Am Beginn der Nath (an der Lambdanath) ist das Scheitelbein winkelig eingebuchtet und in diesen Winkel drängt sich eine Spitze des Randes der Hinterhauptsschuppe ein.

6. Links hintere Nathspur 12 Millimeter lang.

(7.) In dem linken Schenkel der Kranznath ein Worm'scher Knochen, welcher dem vorderen Anfang der Sutura parietalis entspricht, es ist, wie bei 3, ein Fontanellknochen der vorderen embryonalen Scheitelbeinfontanelle.

8. Rechts hinterer Nathrest 9 Millimeter.

9. Rechts hinterer Nathrest 7 Millimeter. Am Anfang dieses Nathrestes ist das Scheitelbein flach dreieckig ausgeschnitten und es ragt in diesen Winkel ein winkeliger Vorsprung des Randes der Hinterhauptsschuppe hinein.

10. Schädel aus dem 6. Monat. Rechts und links hintere Nathreste 3 Millimeter lang.

11. Schädel mit Os Jncae quadripartitum, links hinten Nathrest von 25 Millimeter Länge.

12. Rechts und links ziemlich schwache hintere Nathspuren, welche beide den Verknöcherungskranz der Scheitelbeinhöcker erreichen, rechts 28, links 27 Millimeter lang.

13. Rechts und links kleine hintere Nathspuren 5 Millimeter.

14. Schädel aus dem 6. Monat mit Spitzenknochen, links kleine hintere Nathspur 6 Millimeter, rechts ebenso 6 Millimeter lang.

15. Schädel aus dem 5. Monat. Vorderer Nathrest in der Mitte der Kranznath breit beginnend und dann spaltförmig werdend, 2 Millimeter.

16. Rechts und links hintere Nathspur 14 Millimeter.

17. Rechts hinterer Nathrest 7 Millimeter.

18. Beiderseits hintere Nathspuren rechts 15, links 17 Millimeter.

19. In der Mitte der Kranznath, dem vorderen Anfang der Sutura parietalis transversa entsprechend, rechts und links Worm'sche Knochen, beiderseits hintere Nathspuren, rechts 19, links 20 Millimeter.

20. Schädel aus dem 8. Monat, rechts kleine hintere Nathspur.

21. Rechts und links hintere Nathspuren, rechts 7, links 11 Millimeter.

22. Rechts kleine hintere Nathspur.

23. Rechts vorderer Nathrest 4 Millimeter lang, beiderseits hintere Nathspuren 7 Millimeter.

24. Rechts hintere Nathspur 12 Millimeter.

25. Beiderseits hintere Nathspuren, rechts 10, links 12 Millimeter.

26. Schädel aus dem 8. Monat, beiderseits vordere Nathreste 4 Millimeter.

27. Schädel mit Os Jncae tripartitum, rechts hintere Nathspur 5 Millimeter lang.

28. Beiderseits hintere Nathspuren, rechts 10, links 11 Millimeter.

29. Beiderseits geringe hintere Nathspuren, rechts und links 5 Millimeter.

30. Rechts und links gut ausgebildete hintere Nathreste, rechts 16, links 15 Millimeter.

31. Beiderseits hintere Nathspuren 6 Millimeter.

32. Beiderseits geringe Nathspuren hinten 5 Millimeter lang.

33. Schädel aus dem 6. Monat, beiderseits hintere kleine Nathreste.

34. Beiderseits hintere Nathspuren.

35. Beiderseits vordere und rechts hintere Nathreste, rechts vorne 5, links vorne 8 Millimeter, rechts hinten 8 Millimeter.

36. Links hintere Nathspur.

37. Schädel aus dem 5. Monat, beiderseits Nathreste hinten, rechts 12, links 10 Millimeter.

38. Rechts Nathspur hinten 7 Millimeter.

39. Beiderseits vordere Nathreste 5 Millimeter. Schädel aus dem 6. Monat.

40. Beiderseits hintere Nathspur 6 Millimeter.

41. Beiderseits geringe hintere Nathspuren.

42. Beiderseits hintere Nathreste 10 Millimeter.

(43. Schädel eines 7jährigen Kindes, Nathrest im zweiten Drittel des Hinterrandes).

Als Resultat der vorstehenden Zählungen hat sich ergeben: Unter 162 darauf geprüften Schädeln von neugeborenen Kindern und älteren Früchten fanden sich

42

mit Resten und deutlich erkennbaren Spuren der einstmaligen Trennung des Scheitelbeins in einen oberen und einen unteren Abschnitt durch eine sagittale Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, das ist sehr nahezu

260 pro mille.

Fassen wir, wie wir das bei dem erwachsenen Menschen und dem Orangutan gethan, nur die eigentlichen offenen Nathreste (nicht die Nathspuren d. h. zwar unverkennbare aber doch schon mehr oder weniger verwachsene und zum Theil verstrichene Nathreste) ins Auge, so fanden sich unter 162 Schädeln altbayerischer Neugeborener und älterer Früchte:

18 mit Resten der Sutura parietalis = 111 pro mille,

während bei den Schädeln erwachsener Altbayern nur

4 auf 3000

gefunden wurden, bei welchen die betreffende Nath im Ganzen oder theilweise offen war.

Unter 245 Orangutanschädeln verschiedenen Alters fanden sich 14 mit ganz oder theilweise offener sagittaler Parietalnath.

Daraus ergibt sich folgende vergleichende Statistik nach meinen Zählungen für vollkommene und unvollkommene Scheitelbeinnäthe.

Anzahl der geprüften Schädel:	Anzahl der Scheitelbeinnäthe, gezählt:	auf 1000 berchnet:
3000 erwachsene Menschen (Altbayern) . .	4	1,33 ‰
162 neugeborene Menschen und ältere Früchte (Altbayern)	18	111 ‰
245 Orangutan	14	57,1‰

Bei neugeborenen Menschen und älteren menschlichen Früchten des brachycephalen altbayerischen Stammes ist die Häufigkeit des Vorkommens von Resten der Sutura parietalis **hundertmal** grösser als bei den Erwachsenen desselben Stammes. Bei den Orangutanschädeln ist das Vorkommen dieser Nathreste etwa fünfzigmal häufiger als bei dem erwachsenen Menschen (Altbayern) und etwa halb so häufig als bei den Neugeborenen und älteren menschlichen Früchten.

Die Nathreste, welche für Neugeborene und ältere menschliche Früchte aufgeführt wurden, vertheilen sich sehr ungleich auf den Vorder- und Hinterrand des Scheitelbeins.

Nathreste in den Vorderrand des Scheitelbeins einspringend zeigten

5 Schädel von 162 = 30,8‰

Nathreste in dem Hinterrand

13 Schädel von 162 = 80,2‰.

Auch Nathspuren sind weit häufiger am Hinterrand des Scheitelbeins zu beobachten als am Vorderrand.

Unter den 162 Schädeln zeigte nur 1 Schädel eine vordere, dagegen 27 Schädel hintere Nathspuren.

Die Form der Scheitelbeinränder im Zusammenhang mit der Parietalnath und neue Fontanellknochen.

Die Form der Scheitelbeine weist noch bei allen Neugeborenen, wie bei allen älteren Früchten unserer Rasse auf die ehemalige Trennung in ein oberes und ein unteres Scheitelbein durch die Sutura parietalis hin.

Der Vorderrand zeigt so gut wie ausnahmslos, nicht den für die Erwachsenen typischen geradlinigen Verlauf, sondern an der ehemaligen Grenze der beiden elementaren Scheitelbeine eine winkelige Einbuchtung. Hier hat, so lange die Trennung bestand, sich die vordere dreieckige fötale Parietalfontanelle befunden, als Rest derselben erscheint der eben erwähnte einspringende Winkel des Gesammt-Scheitelbein-Vorderrandes. In diesen Winkel legt sich eine entsprechende, von der correspondirenden Stelle des Hinterrandes des Stirnbeins ausgehende, fortsatzartige Zacke des Stirnbeins hinein.

Ganz ähnlich verhält sich der Hinterrand des Scheitelbeins. Auch hier zeigt sich an ca. 70% aller Schädel von Neugeborenen noch als ehemaliger Grenzpunkt des oberen und des unteren elementaren Scheitelbeins eine mehr oder weniger deutliche winkelige Einbuchtung, der Hinterrand des Gesammt-Scheitelbeins ist nicht, wie für Erwachsene typisch, annähernd geradlinig, sondern Amorbogen-artig geschweift mit der Spitze des Bogens nach vorne gerichtet, jener vom vorderen Rand her einschneidenden Bogenspitze entgegen gerichtet. Ist, wie in der weit überwiegenden Mehrzahl aller Fälle, sowohl der Vorderrand als der Hinterrand in dieser Art „geschweift“ resp. winkelig in entgegengesetzter Richtung eingeschnitten, so gewinnt das Scheitelbein eine in verschiedenem Grade ausgesprochene, mehr oder weniger regelmässige Sanduhrform. Wo wir eine solche bei Schädeln Erwachsener antreffen — wie in den oben aufgeführten Fällen von vollständigen Sutura parietalis — haben wir ein frühkindliches resp. fötales Formenverhältniss vor uns; das Gleiche gilt von dem zackenartigen Fortsatz des Stirnbein-Hinterrandes bei jenen Schädeln Erwachsener.

Wie das Stirnbein, so zeigt sich, nach dem Ebengesagten, bei den Schädeln der Neugeborenen auch die Hinterhauptsschuppe durch die winkelige Einbuchtung oder Ausschweifung des zugewendeten Scheitelbeinrandes beeinflusst. Beide elementare Scheitelbeine bilden, wie eine vordere, so auch eine hintere dreieckige fötale Parietal-Fontanelle, der Rest derselben ist der einspringende Winkel des Hinterrandes des Gesammt-Scheitelbeins. In diesen nach hinten offenen Winkel legt sich ein zackenförmiger Fortsatz des Vorderrandes der Hinterhauptsschuppe, deren Rand dadurch in umgekehrtem Sinne „ausgeschweift“ wird wie der Scheitelbein-Hinterrand.

Auch diese auffallenden Bildungen konnten bei den Schädeln Erwachsener — bei jenen mit offener Sutura parietalis — nachgewiesen worden, sie erscheinen, wie jener am Vorderrand des Scheitelbeins und Hinterrand des Stirnbeins, als Reste frühkindlicher resp. fötaler Formbildung des Schädels.

Die hinteren und vorderen dreieckigen fötalen Parietal-Fontanellen werden nicht selten der Sitz wahrer Fontanellknochen. Namentlich in der vorderen Fontanelle sind diese Knochen charakteristisch: es sind jene annähernd in der Mitte der Kranznathschenkel, zwischen Stirnbein und Scheitelbein gelegenen Worm'schen oder Coronarknochen, welche mehr oder weniger in das Scheitelbein einspringen.

Neben diesen, als Fontanellknochen erkannten, kommen gelegentlich auch wahre Worm'sche Nathknochen in der Kranznath vor.

Auch in der hinteren fötalen Scheitelbeinfontanelle habe ich wahre Fontanellknochen constatiren können. Neben solchen erscheinen aber die wahren Worm'schen Nathknochen der Lambdanath so häufig, dass eine sichere Unterscheidung beider in späteren Lebensaltern

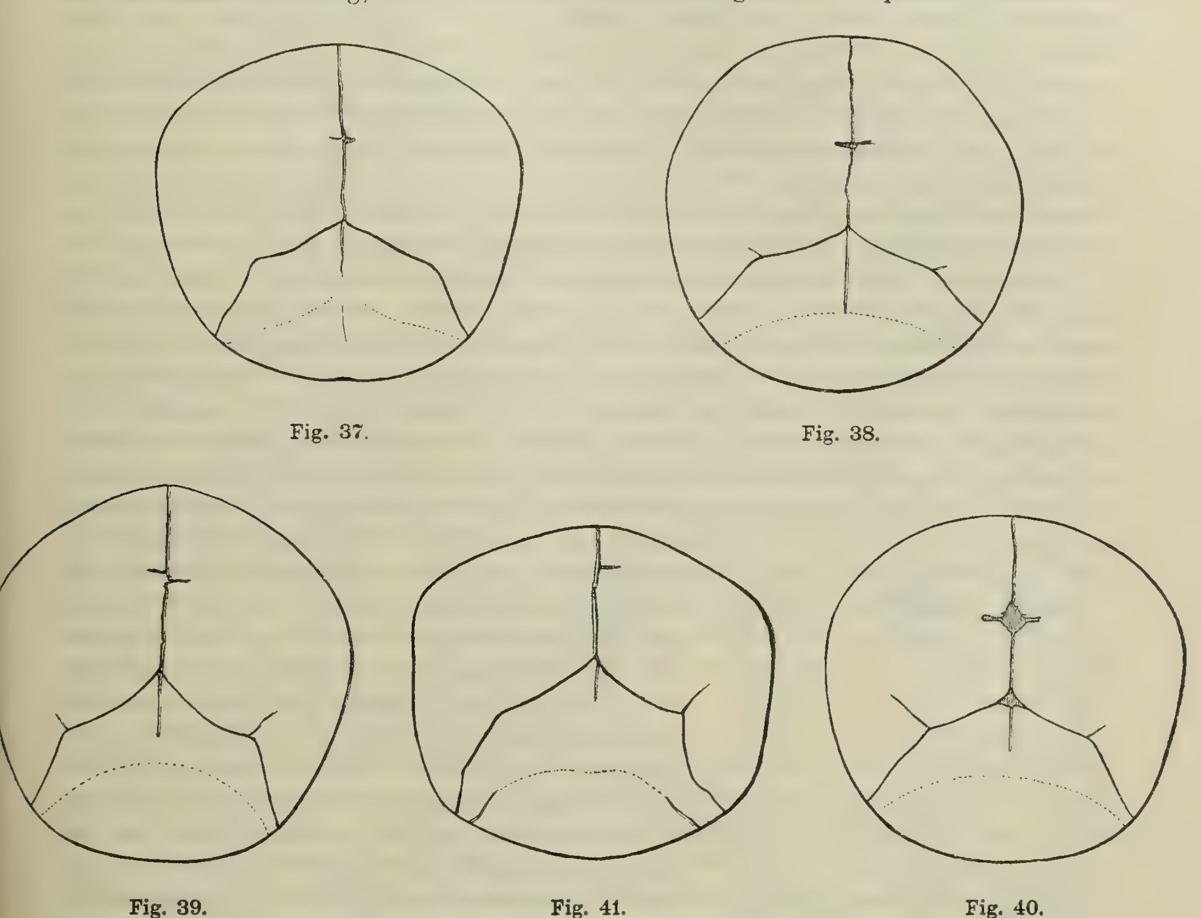


Fig. 37. Fig. 38.

Fig. 39. Fig. 41. Fig. 40.

Fig. 37, 38, 39, 40, 41. Rückenansicht von Schädeln von älteren und reifen Früchten mit winkeliger Einbuchtung des Lambdarandes der Hinterhauptsschuppe in den Hinterrand des Scheitelbeins an der Stelle der hinteren fötalen Scheitelbeinfontanelle. Abgesehen von Fig. 37 besteht bei allen diesen Schädeln an der Stelle der Einbuchtung noch ein Rest der hinteren Parietalnath.

nur selten noch möglich ist. Immerhin ist es von einem gewissen theoretischen Interesse, eine entwickelungsgeschichtliche Bedeutung mancher individueller Besonderheiten des Menschenschädels zu erkennen, welche bisher als reinzufällige Abweichungen von der Norm betrachtet werden müssten.

Für die schiefe Scheitelbeinnath haben die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen keine bessere Erklärung als die oben versuchte (s. S. 307) gebracht. Jedenfalls fehlt jeder Grund, dem durch die Nath abgetrennten unteren hinteren Winkel des Scheitel-

beins, dem selbständig erscheinenden Angulus mastoideus, eine ähnliche elementare Bedeutung wie dem oberen und dem unteren elementaren Scheitelbein, etwa, wie es Wenzel Gruber wollte, als hinteres Scheitelbein zuzuschreiben. Aber auch dem Gedanken des Herrn C. Toldt[1]) möchte ich nicht unbedingt beipflichten, welcher sie ebenfalls ohne Weiteres auf die „typische dicentrische Anlage" des Scheitelbeins zurückführen zu können meint, wie die Abtrennung einer „oberen" von einer „unteren Hälfte". „Selbst jene Fälle, sagt Herr Toldt, in welchen die abnorme Nath nicht parallel der Pfeilnath, sondern schräg von dem unteren Ende der Kranznath zur Lambdanath zieht, widersprechen dieser Auffassung nicht, da diese schräge Richtung der Nath leicht in einem gewissen Ueberwiegen des Wachsthums in dem oberen Ossificationscentrum ihre Erklärung finden kann." Stellen wir die betreffenden Beobachtungen einer „schrägen Scheitelbeinnath", soweit solche unanfechtbar sind, zusammen, so sind die durch diese Nath abgetrennten Stücke doch zu unansehnlich, als dass wir sie als Repräsentanten des unteren elementaren Scheitelbeins ansprechen dürften.

Ich möchte primär an der oben geäusserten Vermuthung festhalten, dass es sich bei der „schrägen Scheitelbeinnath" um eine aus irgend einem, vielleicht mechanischen, Grund erfolgte Ablenkung einer jener noch bei Neugeborenen so häufigen hinteren unvollständigen sagittalen Scheitelbeinnath handeln möchte, welche, der oben[2]) angedeuteten Vermuthung entsprechend, durch mechanische Abknickung des Angulus mastoideus nicht nur nach unten abgelenkt, sondern auch bis zur Grenze des Scheitelbeins durchgeführt wurde. In der That habe ich ja, wie schon oben bemerkt, an einem jugendlichen Orangutanschädel (Fig. 16 S. 308) eine Ablenkung einer unvollständigen vorderen sagittalen Scheitelbeinnath nach unten constatirt, welche, bis zum Rand des Scheitelbeins verlängert, ein vorderes Stück des Scheitelbeins abschneiden würde. Es darf aber doch auch nicht verschwiegen werden, dass eine so kleine derartige Abspaltung, wie sie Figur 13 auf Seite 303 zeigt, den Gedanken erwecken kann, dass hier vielleicht doch nur eine Art von Fontanellknochen vorliegt. Wie auch Herr C. Toldt bemerkte, bildet sich der Angulus mastoideus des Scheitelbeins später als die drei anderen Ecken aus, an seiner Stelle ist das embryonale Scheitelbein lange Zeit noch abgerundet, worauf die verschiedene Ausdehnung der hinteren Seitenfontanelle beruht.

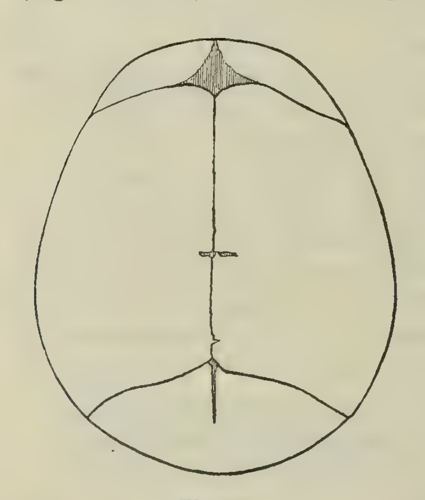


Fig. 42.
Ein noch einheitliches Foramen parietale des Menschen.

Jedenfalls habe ich kein constantes Ossificationscentrum für ein von Wenzel Gruber vermuthetes hinteres Scheitelbein auffinden können. Dem Charakter des Scheitelbeins als Hautknochen und der radiären Anlage der constituirenden Knochenbälkchen entspricht es ja, dass nicht selten eine Art von Zerfaserung der Ränder erscheint, aus welcher sich mehr oder weniger tief in den Knochen eindringende zufällige Spalten und Spältchen, namentlich häufig an dem Sagittalrand, bilden können.

---

[1]) Osteologische Mittheilungen l. c. S. 86.
[2]) Siehe oben S. 307 ff.

Eine derartige Spalte kommt ziemlich häufig zur Beobachtung, diese verläuft in radiärer Richtung von der Spitze des hinteren unteren Scheitelbeinwinkels, Angulus mastoideus, mehr oder weniger weit gegen den Scheitelbeinhöcker zu. Diese „schiefe Spalte" ist also der „schiefen Parietalnath" Wenzel Gruber's entgegengesetzt gerichtet und würde dessen „hinteres Scheitelbein" regelrecht halbiren, aber nicht hervorbringen.

Unter diesen, mit der dicentrischen Anlage des Scheitelbeins nicht im Zusammenhang stehenden **Randspalten** erfordert hier eine noch specielle Beleuchtung, es ist jene, aus welcher sich jederseits **das Foramen parietale** entwickelt.

Randspalten der Scheitelbeine und das Foramen parietale des Menschen.

Seit den Untersuchungen H. Welcker's[1]) wissen wir, dass die gegen die Sagittalnath vorwachsenden Ränder der Scheitelbeine die „Emissaria parietalia" zunächst in einen, den beiden Scheitelbeinen gemeinsamen Einschnitt aufnehmen, der sich nachträglich normal jederseits zu dem Foramen parietale gegen die Sagittalnath schliesst; unterbleibt dieser mediale Abschluss, so zieht eine Spalte vom Foramen parietale zur Sagittalnath.[2])

Auch für diese Frage verdanken wir die Anregung zu eingehenderen Forschungen Wenzel Gruber.[3]) Er war auf abnorm weite Foramina parietalia aufmerksam geworden, welche er als congenitale Bildungen erkannte. Neuere Beobachtungen stammen von Herrn R. Virchow.[4])

Die Foramina parietalia variiren in der Grösse so, dass sie im Minimum kaum für ein feines Haar, im Mittel für eine Sonde von 1,5—2,0 Millimeter Dicke durchgängig sind. Foramina von 4—5 Millimeter Weite, oder noch weitere, sind Seltenheiten.[5]) In dieser eben citirten Abhandlung konnte Wenzel Gruber 10 Fälle von abnorm weiten Foramina parietalia theils aus eigener Beobachtung theils aus der Literatur aufzählen. „Sie sind häufiger in einer Richtung (der transversalen) weiter als gleichweit in transversaler und verticaler (sagittaler) Richtung."[6])

„Nach Welcker bilden sich, sagt W. Gruber,[7]) die Foramina parietalia beim Fötus aus Spalten hervor, welche die von den Seitenhöckern aus nach dem Angulus lambdoideus ausstrahlenden Knochenspitzen zwischen sich lassen. Diese engen Randspalten schliessen sich an ihrem medialen Ende gegen die Sutura sagittalis bald ab, wodurch enge runde oder oblonge Foramina parietalia, wie sie in der Norm sind, entstehen. Sind aber die Randspalten in Folge von Ossificationsmangel (Bildungshemmung) weit und bleiben sie abnorm weit, so können sie sich an ihrem breiten medialen Ende gegen die Sutura sagittalis schwer abschliessen und müssen abnorm weite Foramina parietalia geben, welche lange oder

[1]) H. Welcker, Wachsthum und Bau des menschl. Schädels. S. 17 Taf. III Fig. 8.

[2]) Graf von Spee l. c. S. 114.

[3]) Wenzel Gruber, Ueber congenital weite Foramina parietalia. Virchow's Archiv, Bd. 50 1870, S. 124. Taf. IV., 2.

[4]) R. Virchow, Zeitschrift für Ethnologie, XXVIII. 1896. Verhandlungen der Berliner anthropolog. Gesellschaft. S. 593—599, Fg. 2, doppelseitige weite Foramina; Fig. 3, ein einheitliches weites Foramen in der Sutura sagittalis.

[5]) Wenzel Gruber, l. c. S. 125.

[6]) Wenzel Gruber, l. c. S. 132.

[7]) l. c. S. 133.

Zeitlebens mit der Sutura sagittalis in Verbindung bleiben können und in der Regel ihren grössten Durchmesser in der Richtung der Spalte besitzen, also meistens eine quer längliche oder winklig spaltenförmige Form."

Sir William Turner[1]) beobachtete im linken Parietale eines weiblichen Schädels ein weites Foramen parietale, welches durch eine offene Nath mit der Sutura sagittalis verbunden war. Wenzel Gruber fand diese Verbindung abnorm weiter Foramina parietalia beiderseits mit der Sagittalnath an zwei Schädeln. In dem einen Fall waren die abnorm weiten Foramina parietalia durch einen feinen Spalt „mit einander vereinigt". Bei dem zweiten, im Prager Museum befindlichen Schädel, sind die Foramina parietalia schräg oval (der mediane Pol nach rückwärts gewendet) und scharfrandig. Das rechte Foramen ist in „transversaler" Richtung 9 Millimeter, in sagittaler Richtung 7 Millimeter; das linke Foramen in „transversaler" Richtung 7,5, in sagittaler 5,5 Millimeter weit. Die Distanz beträgt 17 Millimeter. Sie sind durch einen queren (theilweise geschlossenen) Spalt mit einander verbunden.[2]) —

Die Beobachtungen Welcker's sind leicht zu constatiren. An jüngeren Früchten ist von den beiden correspondirenden Randspalten in den sagittalen Rändern der beiden Scheitelbeine noch Nichts oder wenig zu sehen, erst mit dem Näherrücken der beiden Scheitelbeine mit ihren oberen Rändern werden sie deutlicher und fehlen an Schädeln aus dem 9. und 10. Entwickelungsmonat und an jenen von normalen Neugeborenen eigentlich niemals spurlos. Bei letzteren beginnt in einzelnen Fällen schon der Abschluss gegen die Sagittalnath, welcher zur Bildung zweier gesonderter Foramina parietalia, meist in jedem Scheitelbein eines, führt. Die betreffenden Randspalten sind vielfach linear-spaltenförmig, Fig. 42, verschieden lang und auch etwas verschieden breit, aber in einer bemerkenswerth grossen Anzahl von Fällen ist die Form der Spalten keilförmig mit breiter Basis an dem sagittalen Rand des Scheitelbeins beginnend und sich in der Richtung gegen den Parietalhöcker zuspitzend. Auch halbrundliche Form der Einzelspalte kommt nicht selten vor. Fig. 43—46 und Fig. 37—41.

Die Spalten stehen sich in den beiden oberen Scheitelbeinrändern gegenüber, sie bilden, indem sie durch die noch offene Sagittalnath verbunden sind, in Wirklichkeit **eine einheitliche Spalte**, welche beiden Scheitelbeinen gemeinschaftlich angehört.

Die Form dieser einheitlichen, beiden Scheitelbeinen gemeinsam zugehörenden, Foramina parietalia ist nach dem Gesagten entweder linear-spaltenförmig, von etwas verschiedener Breite, oder rhombisch, indem die beiden keilförmigen Spalten in der offenen Sagittalnath mit ihren breiten Basen zusammenstossen, oder mehr-weniger regelmässig rundlich, indem sich in entsprechender Weise beide halbrunden Spalten der einzelnen Scheitelbeine zu einer kreisförmigen Oeffnung ergänzen.

In den ersten Entwickelungsstadien, in welchen die Foramina parietalia des Menschen deutlich hervortreten, sind dieselben sonach für jedes Scheitelbein nicht getrennt, sondern es findet sich eine einheitliche gemeinschaftliche Oeffnung zur einen Hälfte dem einen, zur anderen Hälfte dem anderen Scheitelbein angehörig, in der Mitte durch die offene Sagittalnath verbunden.

---

[1]) On some congenital deformities of the human cranium. Edinburgh med. Journ. Vol. XI. Pag. 133, Fig. 2. (August 1865.) Die Abbildung s. unten.

[2]) l. c. S. 228.

Der elementare Bildungszustand ist sonach bei dem Menschenschädel: ein einziges relativ weites Foramen parietale zwischen beiden Scheitelbeinen in der Sutura sagittalis gelegen.

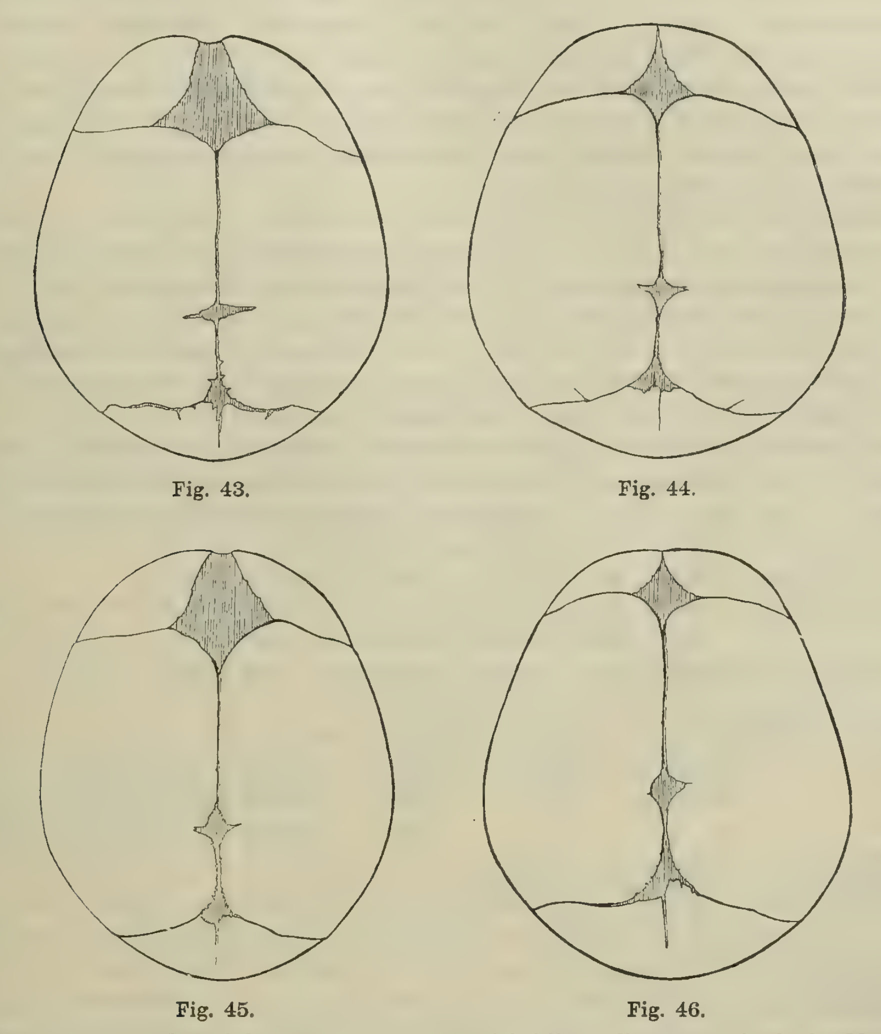


Fig. 43. Fig. 44.

Fig. 45. Fig. 46.

Fig. 43, 44, 45, 46. Verschiedene Formen des noch einheitlichen Foramen parietale des Menschen.

In dieser frühen Bildungsform ähnelt das noch einheitliche Foramen parietale des Menschen gewissem Sinne einer Fontanelle zwischen den beiden oberen elementaren Scheitelbeinen, besonders wenn es rund oder rautenförmig gestaltet ist. Gelegentlich findet sich hier, auch bei dem Menschen, ein überzähliger Knochen, welcher als Worm'scher oder Nathknochen der Sagittalnath erscheint, in Wahrheit aber, da er einer ganz typischen Stelle angehört, auch als eine Art von Fontanellknochen betrachtet werden kann.

Es bedarf keiner weiteren Auseinandersetzung, um zu zeigen, dass dieses fötale einheitliche relativ weite Foramen parietale des Menschen dem Parietalloch,

dem einheitlichen Foramen parietale, welches bei Stegocephalen und auch bei Reptilien vorkommt, gewissermassen formverwandt erscheint. —

Die ersten und bisher einzigen statistischen Angaben über das Vorkommen und den Sitz der Foramina parietalia bei erwachsenen Menschen (Russen) verdanken wir ebenfalls Wenzel Gruber.

Seine Untersuchungen beziehen sich auf 100 normal geformte, mit überall noch offenen Suturen versehene Schädel erwachsener Menschen, Russen, d. h. von der Petersburger Anatomie, sohin von der niederen Petersburger Stadtbevölkerung stammend; davon waren 78 männlichen, 22 weiblichen Geschlechts.

Nach Gruber fanden sich: 1. Zwei Foramina parietalia, je eines in jedem Scheitelbein bei 22 männlichen und 6 weiblichen Schädeln, zusammen bei 28. 2. Nur ein Foramen parietale in einem Scheitelbein gelegen (in dem anderen fehlte es), rechtsseitig bei 15 männlichen und 4 weiblichen Schädeln, zusamnen bei 19; linksseitig bei 8 männlichen und 4 weiblichen, zusammen bei 12 Schädeln. 3. Ein Foramen in der Sutura sagittalis bei 1 männlichem Schädel, daneben aber noch ein zweites Foramen im rechten Scheitelbein. 4. An 40 seiner Schädel fand Gruber kein Foramen parietale.

Eine entsprechende Zählung über Anzahl und Vorkommen der Foramina parietalia bei erwachsenen Schädeln habe ich ebenfalls an 100 Schädeln — 50 männliche und 50 weibliche — aus der modernen Münchener Stadtbevölkerung vorgenommen. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, in welche ich auch die von Gruber gewonnenen Zahlen, auf Procente berechnet, eingefügt habe.

Zahl und Vorkommen der Foramina parietalia bei erwachsenen Menschen.

Das Foramen parietalia fand sich:

	Beiderseitig (also zwei):	Rechtsseitig (eins):	Linksseitig (eins):	In der Sutura sagittalis (eins):	In der Sutura s. (eins), daneben rechts oder links noch eins = zwei; oder beiderseitig = drei:	Das Foramen fehlt:
I. Münchener:						
50 Männer	21	5	2	2	2[1])	18
50 Weiber	18	11	3	4	0	14
100 Schädel (50 Männer und 50 Weiber)	39 %	16 %	5 %	6 %	2 %	32 %
Männer	42 %	10 %	4 %	4 %	4 %	36 %
Weiber	36 %	22 %	6 %	8 %	0 %	28 %
II. Russen:						
100 Schädel (50 Männer und 50 Weiber berechnet)	27,5 %	18,7 %	16,8 %	0 %	1 %	36 %
78 Männer	28 %	19,2 %	15,3 %	0 %	1 %[2])	36 %
22 Weiber	27 %	18,2 %	18,2 %	0 %	0 %	36,4 %

[1]) 1 mit 2, je 1 rechts und links; 1 mit 1 rechts.

[2]) 1 mit 1 rechts.

Bezüglich der procentischen Anzahl des Vorkommens (Ranke 68%, Gruber 64%) und des Fehlens der Foramina parietalia (Ranke 32%, Gruber 36%) in den nach dem Geschlecht gleichmässig gemischten Gesammtreihen von je 100 Schädeln Erwachsener stimmen meine Befunde mit denen Gruber's gut überein. Dagegen zeigten die Russenschädel relativ weit seltener doppelseitige Foramina als meine Altbayernschädel, letztere entsprechend seltener einseitiges (namentlich linksseitiges) Foramen als erstere.

Besonders wichtig erscheint es, dass unter den 100 Bayernschädeln 6% vorkommen, welche ein einziges Foramen parietale in der Sutura sagittalis aufweisen, daneben noch 2, welche ein Foramen in der Sagittalnath, daneben aber noch zwei Schädel, von denen der eine noch je eines in normaler Lage in jedem Scheitelbein, der zweite noch ein Foramen im rechten Scheitelbein zeigten.

Gruber beobachtete unter seinen Schädeln nur einen unserm letztbesprochenen gleichen Fall, Schädel nur mit einem einheitlichen Foramen parietale in der Sagittalnath kamen in seiner Reihe überhaupt nicht vor.

Wichtiger als diese Gegenüberstellung ist eine Vergleichung der betreffenden Schädel von erwachsenem und früh-kindlichem Alter von Vertretern des gleichen Volksstammes.

Auf die betreffenden Verhältnisse habe ich 50 Schädel von Neugeborenen und Früchten, aus den letzten beiden Entwickelungsmonaten, der Münchener Stadtbevölkerung untersucht. Das Resultat ergibt folgende tabellarische Uebersicht.

Vorkommen des einheitlichen „Parietallochs" bei 50 Neugeborenen und älteren Früchten der Münchener Stadtbevölkerung.

Anzahl der Schädel:	Parietalloch: spaltenförmig				
	beiderseits:	rechts:	links:	weit offen rautenförmig oder rundlich:	undeutlich (fehlend):
50	18	8	4	15	5
auf 100 berechnet	36%	16%	8%	30%	10%

Zunächst ist zu constatiren, dass bei den Neugeborenen und älteren Früchten die Anzahl jener Schädel, bei welchen die Foramina parietalia scheinbar fehlen oder undeutlich sind,[1]) weit geringer ist als bei den Erwachsenen des gleichen Volksstammes, bei ersteren 10%, bei letzteren 32% (nach Gruber 36%), dagegen entsprechen die Zahlen der spaltenförmigen Parietallöcher bei den Neugeborenen jenen der doppelseitigen Foramina parietalia bei den bayerischen weiblichen Schädeln sehr nahe zu. Es beweist das, dass im Allgemeinen die doppelseitigen Foramina parietalia der Erwachsenen bei den Neugeborenen als ein beiderseitiges spaltenförmiges Parietalloch angelegt sind, das heisst als zwei correspondirende lineare Spalten, welche von der Sagittalnath rechts und links in die beiden Scheitelbeine eindringen. Die Anzahl der beiderseitig vorhandenen Foramina parietalia beträgt bei unseren weiblichen Schädeln 36%, die Anzahl der Neugeborenenschädel mit spaltenförmigen beidseitigem Parietalloch ist ebenfalls 36%. Eine Anzahl von Schädeln Neugeborener zeigt

[1]) Es sind das jene Schädel, bei welchen das noch einheitliche Foramen parietale ganz auf die Nathsubstanz der Sagittalnath beschränkt bleibt, ohne sich in die beiden Scheitelbeine hinein zu erstrecken, wie das bei jüngeren Früchten stets der Fall ist.

nur in einem Scheitelbein eine deutliche Parietalspalte entweder rechts oder links, entsprechend zeigen die Schädel Erwachsener auch nur in einem Parietale ein Foramen parietale entweder rechts oder links. Dieses Fehlen der Foramina auf der einen Schädelseite erklärt sich sonach, aus dem eben geschilderten Entwickelungsstadium. Auch hier stimmen die Zahlen der Neugeborenen und der Erwachsenen, namentlich der weiblichen Schädel, sehr nahe zusammen.

Schädel der Münchener Stadtbevölkerung	Parietalspalte		Foramen parietale	
	rechts:	links:	rechts:	links:
50 Neugeborene	16%	4%		
50 Weiber			22%	6%
100 erwachsene Schädel gemischten Geschlechts (50 Männer, 50 Weiber)			16%	5%
50 Männer			10%	4%

Am auffallendsten ist der Unterschied in der Anzahl der einheitlichen nur in der Sagittalnath gelegenen Foramina parietalia bei den erwachsenenen und jungen Schädeln. Bei den Neugeborenen und älteren Früchten waren es 30% mit weit offenem rautenförmigem oder rundlichem Parietalloch, bei den 100 Schädeln Erwachsener hatten nur 6% ein einheitliches (enges) Foramen parietale in der Sagittalnath, also um 24% weniger.

Diese Schädel sind es sonach, bei welchen ein (vielleicht nur scheinbares) Verschwinden der Parietalöffnung mit dem zunehmenden Alter am häufigsten erfolgt. Die Differenz 6% (Erwachsene) zu 30% (Neugeborene), also bei ersteren 24% weniger, zu den 10% hinzugezählt, bei welchen unter den Neugeborenen die Anlage der Foramina parietalia fehlte oder undeutlich war, ergibt 34%. Als Mittel für die 100 Schädel Erwachsener ergab sich uns für das Fehlen der Foramina parietalia 32%.

Die grössere Anzahl der der hier untersuchten Frauenschädel lässt eine W. Gruber entgangene Geschlechtsdifferenz hervortreten: die Foramina parietalia sind bei den bayerischen weiblichen Schädeln entschieden häufiger als bei den männlichen, bei ersteren fehlten dieselben nur bei 28%, bei letzteren bei 36%. Der weibliche Schädel steht sonach auch in dieser Beziehung dem früh-kindlichen näher als der männliche. Dasselbe gilt für die Anzahl der bei Erwachsenen sich findenden einheitlichen in der Sutura sagittalis gelegenen Parietallöcher = bei den weiblichen Schädeln 8%, bei den männlichen nur 4%, also um die Hälfte weniger.

Diese einheitlichen Parietallöcher sind aber, wie oben hervorgehoben wurde, durch ihre vergleichend anatomischen Beziehungen, von besonderem Interesse. Bei Neugeborenen sind sie das einzige Vorkommen; die Anlage der Parietallöcher erscheint bei allen Schädeln des genannten Alters als eine zusammenhängende Oeffnung, entweder von spaltenförmiger, rautenförmiger oder rundlicher Gestalt, wo sie zu fehlen scheint, erstreckt sie sich wohl nur nicht über das Nathgewebe der Sagittalnath in die beiden oberen Scheitelbein-Knochenränder hinein. Bei Erwachsenen beträgt die Häufigkeit der einheitlichen Parietallöcher immer noch 6%, wenn man von den Geschlechtsdifferenzen absieht.

Jene Fälle, in welchen bei Erwachsenen die doppelseitigen Foramina parietalia mit der Sagittalnath und unter sich durch eine feine Spalte zusammenhängen, wie das zuerst von Sir W. Turner beobachtet worden ist, erscheinen nach dem Obengesagten als Ueber-

lebsel einer Durchgangsform der Abschliessung der Foramina parietalia gegen einander und gegen die Sagittalnath, welche ziemlich jeder Schädel durchzumachen hat. —

Auf das Vorkommen und die Lage der Foramina parietalia wurden auch 50 Orangutanschädel geprüft.

Es wurden nur jugendliche Schädel beider Geschlechter mit offenen Schädelnäthen dazu ausgewählt, da bei älteren, mit ausgebildeten Cristen, die Verhältnisse nicht mehr gut zu erkennen und mit den menschlichen zu vergleichen sind.

Die Foramina parietalia sind im Allgemeinen, auch bei den jugendlichsten Orangutanschädeln, wenn sie überhaupt deutlich erkennbar sind, recht unansehnlich und so eng, dass sie von anderen Gefässlöchern im Scheitelbein vielfach kaum zu trennen sind. Das einzige sichere Kriterium hat man an der Lage der Oeffnungen, welche mehr oder weniger der für die menschlichen Schädel typischen entspricht. Aber ganz ähnliche, ebenso weite und zum Theil etwas ansehnlichere Oeffnungen finden sich, einzeln oder zu zweien nahe über einander, am Ende der Sagittalnath, knapp über der Spitze der Hinterhauptsschuppe; andere ähnliche Oeffnungen liegen in der Mittellinie der Hinterhauptsschuppe selbst, welch letztere sich aus der Entwickelungsgeschichte der Hinterhauptsschuppe selbst erklären. Wenn solche anders gelagerte Oeffnungen am Ende der Sagittalnath oder in der Hinterhauptsschuppe vorhanden sind, fehlen, so viel ich sehe, fast ausnahmslos wahre Foramina parietalia.

Unter den 50 Schädeln fanden sich 6 = 12%, welche über der Spitze des Oberrandes der Hinterhauptsschuppe in der Mitte des hinteren Endes der Sagittalnath ein Gefässloch zeigten, bei zweien waren diese Oeffnungen etwas ansehnlicher, ebenfalls bei zweien waren sie in der angegebenen Weise verdoppelt, die eine der beiden Oeffnungen war in beiden Fällen ganz eng.

In der Mittellinie der Hinterhauptsschuppe, also in letzterer selbst, etwas verschieden weit von deren Spitze entfernt, fanden sich Oeffnungen und zwar stets nur eine, bei 3 der darauf geprüften Schädel, sonach in 6%.

Die übrigen Zählungsresultate gibt die folgende kleine Zusammenstellung für Orangutanschädel und erwachsene Menschen.

Das Foramen parietale fand sich:

	Beiderseits (also zwei):	Rechtsseitig (eins):	Linksseitig (eins):	In der Sutura sagittalis (eins):	In der Sutura s. eins, daneben beiderseits oder rechts oder links noch je eins (also drei oder zwei):	Das Foramen parietale fehlt:
50 Orangutan	1	5	2	11	0	31
in Procenten	2%	10%	4%	22%	0%	62%
100 Altbayern	39%	16%	5%	4%	4%	32%
100 Russen	27,5%	18,7%	16,8%	0%	1%	36%

Die Zusammenstellung lehrt, wie viel seltener die Foramina parietalia bei dem Orangutan sind als bei dem erwachsenen Menschen, ihre Anzahl ist procentisch nur etwa halb so gross.

Dieses Minus fällt ausschliesslich auf die doppelseitigen Foramina parietalia, welche bei dem erwachsenen Menschen weitaus das häufigste Vorkommen bilden (Altbayern 39%, Orangutan 2%). Bezüglich des Einzelnvorkommens eines Foramen parietale entweder

im rechten oder linken Scheitelbein-Oberrand tritt kein Unterschied zwischen den Orangutan- und den Menschen- (Bayern-) Schädeln hervor, das Einzelvorkommen rechts findet sich bei den bayerischen Männern zu 10°/o, bei den Orangutans ebenfalls zu 10°/o; das Einzelvorkommen links ebenfalls bei beiden Schädelgruppen gleichmässig zu 4°/o.

Dagegen findet sich ein einzelnes Foramen parietale in der Sagittalnath bei den erwachsenen Menschenschädeln zu 6°/o (Männerschädel 4°/o, Weiberschädel 8°/o), bei den Orangutanschädeln dagegen zu 22°/o, also zwischen 3 und 4 mal häufiger.

Aus der principiellen Uebereinstimmung dieser Befunde bei Menschen und Orangutan dürfen wir schliessen, dass auch die individuelle Bildungsgeschichte im Wesentlichen die gleiche ist, dass sich bei Orangutan wie bei dem Menschen das Foramen parietale als eine einheitliche in der Mittellinie (Sagittalnath) zwischen den beiden Scheitelbeinen gelegene Oeffnung bildet, welche wenigstens der Lage nach dem Parietalloch entspricht, wie sich ein solches bei Reptilien und den Stegocephalen findet.

Für die anderen grossen Anthropoiden stehen mir keine umfangreicheren statistischen Beobachtungen über die Foramina parietalia zur Verfügung, die Verhältnisse sind aber, so weit ich das beurtheilen kann, mehr denen des Orangutan als denen des Menschen entsprechend. Gelegentlich kommen bei den Anthropoiden aber wohl auch weitere Foramina parietalia vor, in einem Fall sah ich einen überzähligen Knochen in der Sagittalnath eines Gorilla, welcher der Lage und seinem Einspringen in die beiden oberen Scheitelbeinränder nach zu urtheilen, sich in dem häutigen Verschluss eines einst weiten einheitlichen Parietallochs gebildet hat, als eine Art von Fontanellknochen (s. oben S. 341).

Von Hylobates (Hylobates concolor der Selenka'schen Sammlung des anthropologischen Instituts) habe ich 70 Schädel auf die Foramina parietalia geprüft.

Unter diesen 70 Schädeln fanden sich 19 = 27°/o, welche ganz nahe der Mitte der Spitze der Hinterhauptsschuppe, aber in der Hinterhauptsschuppe selbst, ein einheitliches Gefässloch zeigten, während bei dem Orangutan ganz ähnliche, ähnlich gelagerte einheitliche Gefässlöcher über der Hinterhauptsschuppenspitze noch in dem Ende der Sagittalnath zu 12°/o beobachtet wurden. Beide Bildungen werden entwickelungsgeschichtlich einander dadurch näher gerückt, als in früheren embryonalen Perioden die Hinterhauptsschuppe (das Interparietale) der Primaten durch eine die Sagittalis gleichsam nach hinten verlängernde Nath in zwei symmetrische Hälften getrennt wird. Verstreicht diese fötale Fortsetzung der Sagittalnath, so kommt vielleicht das bei dem Hylobates nur wenig tiefer als bei dem Orangutan im ursprünglichen Nathgewebe gelegene Gefässloch bei ersterem in die Spitze der Hinterhauptsschuppe, bei letzterem noch in das Ende der bleibenden Sagittalnath. (Das Nähere s. unten bei Besprechung der Hinterhauptsschuppe.).

Die Anzahl der Hylobatesschädel, welche deutliche Foramina parietalia zeigen, ist relativ noch geringer als bei den Orangutanschädeln und die Oeffnungen sind noch unscheinbarer.

Das zahlenmässige Vorkommen ergibt die folgende kleine Tabelle.

Zahl und Vorkommen der Foramina parietalia bei Orangutan und Hylobates.

Das Foramen parietale fand sich:

	Beiderseits (also zwei):	Rechtsseitig (eins):	Linksseitig (eins):	In der Sutura sagittalis (eins):	In der Sutura s. eins, daneben beiderseits oder rechts oder links noch je eins (also drei oder zwei):	Das Foramen parietale fehlt:
50 Orangutan	2%	10%	4%	22%	0%	62%
70 Hylobates	2	4	6	4	0	60
auf 100 berechnet	3%	6%	0	6%	0	85%

Hylobates entfernt sich sonach auch in dieser Beziehung ziemlich weit von den grossen Anthropoiden (speciell Orangutan) und noch weiter vom Menschen.

Uebrigens sind die Foramina parietalia keine absolut höhere Bildung des Wirbelthierschädels, sie finden sich gut doppelseitig ausgebildet bei niederen Säugethieren wie z. B. Hirsch und besonders Schaf; auch einheitliche Foramina parietalia in der Sagittalnath gelegen kommen vor, nach meinen Notizen z. B. bei Gemse.

Die Foramina parietalia bei den verschiedenen Menschenrassen.

Im Vergleich mit dem europäischen Menschen, als dessen Repräsentanten uns die Münchener Stadtbevölkerung im Vorstehenden gedient hat, zeigen sich bei dem Orangutan und bei dem Hylobates Foramina parietalia viel seltener, und wo sie vorkommen, unscheinbarer. Zahlreiche, gut ausgebildete Foramina parietalia, namentlich beiderseitige, kommen vor allem dem (europäischen) Menschen zu. Es würde sonach einem niederen Menschentypus entsprechen, wenn sich bei irgend einer Rasse oder Volksstamm die Foramina parietalia seltener und enger finden würden als bei dem Europäer.

Bei Südsee-Schwarzen (Papua und Australiern) fand ich unter 27 darauf geprüften Schädeln nur 3, bei welchen die Foramina parietalia fehlten, das Fehlen sonach procentisch seltener als bei den Europäern (Bayern und Russen).

Bei afrikanischen Schwarzen (Massai und Neger) fehlten die Foramina parietalia nur bei 2 von 21, also auch hier fand ich das Fehlen seltener als bei Europäern.

Diese Schwarzen, welche vielfach als die niedrigsten Menschentypen angesprochen werden, stehen in der betrachteten Beziehung weiter vom Affen ab als die Europäer.

Bei den amerikanischen Indianern zählte ich procentisch so viel Foramina parietalia als bei den Münchener Frauen (28%).

Bei der Mehrzahl dieser ausländischen Schädel ist die Anzahl derer, welche doppelseitige Foramina parietalia besitzen, grösser als bei unseren Europäern, bei den afrikanischen Schwarzen zählte ich solche zu 70%, bei den Südsee-Schwarzen zu 33%, also mehr als bei Wenzel Gruber's „Russen". Bei den Papua fanden sich einige (5) mit einem Foramen parietale in oder nächst der Sagittalnath, theils einheitlich (1), theils mit doppelseitigen (1), theils mit einseitigen Foramina parietalia combinirt (2 links, 1 rechts).

Die Linea semicircularis superior und die Sutura parietalis.

Im Vorstehenden wurde wiederholt Hyrtl's geistreicher Einfall erwähnt, nach welchem die Scheitelbeinnath, Sutura parietalis, „entweder gänzlich in der Richtung der Linea semicircularis superior verläuft oder nur mit ihrem hinteren Ende sich ein wenig von dieser Linie nach aufwärts entfernt". „Würde an diesen Schädeln („mit transversaler Parietalnath") statt einer Sutur, ein Kamm vorhanden sein, würde jedermann in ihm die obere Bogenlinie der Schläfe erkennen." [1])

Es wurde hervorgehoben, dass Hyrtl's Vermuthung durch den einen von ihm beobachteten erwachsenen Schädel mit sagittal getheiltem Scheitelbein hervorgerufen worden ist, während eine Durchsicht der übrigen Beobachtungen an erwachsenen Schädeln mit „transversaler Parietalnath", namentlich der oben gegebenen Abbildungen derselben, ohne weiteres beweist, wie unabhängig diese Nath von der oberen halbzirkelförmigen Schläfenlinie verläuft; die Mehrzahl der Autoren hat sich daher auch direct oder stillschweigend gegen Hyrtl's Meinung erklärt. Trotzdem verschwindet die letztere nicht aus der anatomischen Literatur, es zeigt sich auch hier die überall zu machende Bemerkung, dass eine mit wahrer oder scheinbarer Autorität gemachte Aufstellung, welche einen Sachverhalt ausreichend zu erklären scheint, trotz des Nachweises ihrer Haltlosigkeit, noch Glauben findet.

Hyrtl hat in der oft citirten Abhandlung vor allem seine Entdeckung mitgetheilt, dass es nicht, wie man bis dahin angenommen hatte, nur eine halbzirkelförmige Schläfenlinie gebe, sondern zwei, denen er den Namen Linea semicircularis temporum superior und inferior beilegte, er beschreibt sie in folgender Weise: [2]) „Sind beide Schläfenlinien in gleicher oder in ungleicher Entwickelung vorhanden (letzteres häufiger und zwar zu Gunsten der oberen), so gehen beide aus einer Spaltung der Crista temporalis des Stirnbeins hervor, und entfernen sich während ihres Laufes über das Seitenwandbein immer mehr und mehr von einander, da die obere in der Lambdanath zu enden hat, und die untere sich über den Angulus mastoideus des Seitenwandbeins bis zur Wurzel des Jochfortsatzes der Schläfenschuppe herabkrümmt. Die Zone zwischen beiden Linien läuft somit nach vorne spitz zu, und verbreitert sich nach hinten im Verhältniss zur Grösse der Divergenz beider Linien. Die Zone ist also sichelförmig. Geht aber die obere Schläfenlinie nicht von der Crista temporalis des Stirnbeins, sondern von der Kranznath aus, so fehlt die vordere Spitze der Sichel. Die Zone unterscheidet sich durch ihre Glätte von dem eigentlichen Planum temporale und der Regio parietalis des Seitenwandbeins. — — Die Entfernung beider Lineae temporales von einander variirt in sehr auffallender Weise und zwar weniger durch Herabrücken des Standorts der unteren, als durch Hinaufrücken der oberen. Während bei niedrigen Schädelformen beide Linien so nahe zusammen stehen, dass ihre geringste Entfernung von einander nur 2,5—3''' beträgt, rückt die obere Schläfenlinie bei hohen Schädeln so weit hinauf,

[1]) J. Hyrtl l. c. S. 46.
[2]) l. c. 1871, S. 43.

dass die grösste Entfernung von der unteren 1½ Zoll und darüber misst.“ — — „Nur[1]) die untere bildet den Grenzsaum des Ursprungsfleisches des Schläfenmuskels, während die obere in gar keiner Beziehung zu diesem Muskel steht, und als eine Demarcationslinie zwischen der Scheitel- und Schläfenregion des Scheitelbeins angesehen werden muss, welche Gegenden bei gewissen eckigen Schädelformen nicht in gleichförmiger Bogenkrümmung, sondern mittelst Knickung in einander übergehen.“

Die individuelle Ursache der Bildung der von ihm mehrfach als „anormale“ Nath bezeichneten Sutura parietalis erkannte Hyrtl, wie mehrfach schon erwähnt, in einer mechanischen „Knickung“ des Seitenwandbeins, er hebt die Coincidenz einer solchen anormal starken Knickung mit jener Nath mehrfach speciell hervor, die letztere hätte danach einen ausgesprochen (halb-)pathologischen Charakter.

Graf Spee[2]) gibt eine vortrefflich gelungene Abbildung der beiden Linien in ihrem Verlaufe über die Aussenfläche des Scheitelbeins und fügt bei:[3]) Die Linea temporalis superior „überschreitet das Tuber parietale und entspricht wahrscheinlich immer der Verwachsungslinie der beiden ursprünglich getrennten Scheitelbeinanlagen“ (nach C. Toldt). „Eine zweite, etwas stärker gebogene, meist deutliche Linie, Linea temporalis inferior, durchzieht unter und parallel der ersteren das Schläfenfeld und entspricht etwa dem Rande des Ansatzes des Temporalmuskels.“ —

Hyrtl's Beobachtung, dass die beiden Linien individuell verschieden weit von einander abstehen, ist, wie ich constatiren kann, vollkommen richtig, aber trotzdem kann nicht verkannt werden, dass beide in innigster Wechselbeziehung zu einander stehen, die gegentheilige Meinung Hyrtl's kann nicht festgehalten werden gegenüber den Thatsachen der individuellen Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie.

Für den menschlichen Schädel ist es nicht schwer, zu constatiren, dass bei sehr jugendlichen Schädeln die beiden Schläfenlinien tiefer am Scheitelbein stehen als bei den Schädeln Erwachsener. Nicht nur das Geschlecht und die Rasse, sondern vor allem das Alter ist für die Lage der beiden Schläfenlinien entscheidend. Das Gleiche lehren die Schädel der grossen menschenähnlichen Affen mit extremer und ganz unanfechtbarer Deutlichkeit.

Bei den Orangutanschädeln sind gewöhnlich schon bei sehr jugendlichen Exemplaren beide Schläfenlinien zu unterscheiden. Noch schärfer treten sie hervor an etwas älteren Schädeln, bei welchen die Crista temporalis des Stirnbeins schon besser ausgebildet ist; man kann sie, von dieser ausgehend und im Verlauf nach hinten weiter auseinanderweichend, verfolgen. Das Verhalten ist ganz entsprechend wie bei dem Menschen. Die Zone zwischen den beiden Linien ist besonders glatt, während, von der relativ rauhen unteren Schläfenlinie umgrenzt, das eigentliche Planum temporale vielfach höckerig, gerieft und rauh ist. Die obere halbzirkelförmige Linie zeichnet sich in vielen Fällen als eine scharfe, glattgezogene Linie aus.

Die Entfernnung der beiden halbzirkelförmigen Linien ist auch bei den Orangutanschädeln keineswegs constant; bei den jüngsten Schädeln sah ich sie von 4—5 Millimeter

---

[1]) l. c. S. 39.
[2]) l. c. S. 112.
[3]) l. c. S. 113.

bis 12 Millimeter schwanken, bei den älteren Schädeln ist im Allgemeinen die Entfernung beider Linien etwas grösser, ich finde in meinen Aufzeichnungen aber auch Maasse von 4—5, ja in einem Fall von 3 Millimeter.

Bei dem Vergleich verschiedenaltriger Orangutanschädel zeigt es sich mit absoluter Sicherheit, dass beide Schläfenlinien mit einander ihre Stellung am Schädel mit steigendem Alter verändern. Fig. 47, 48, 49.

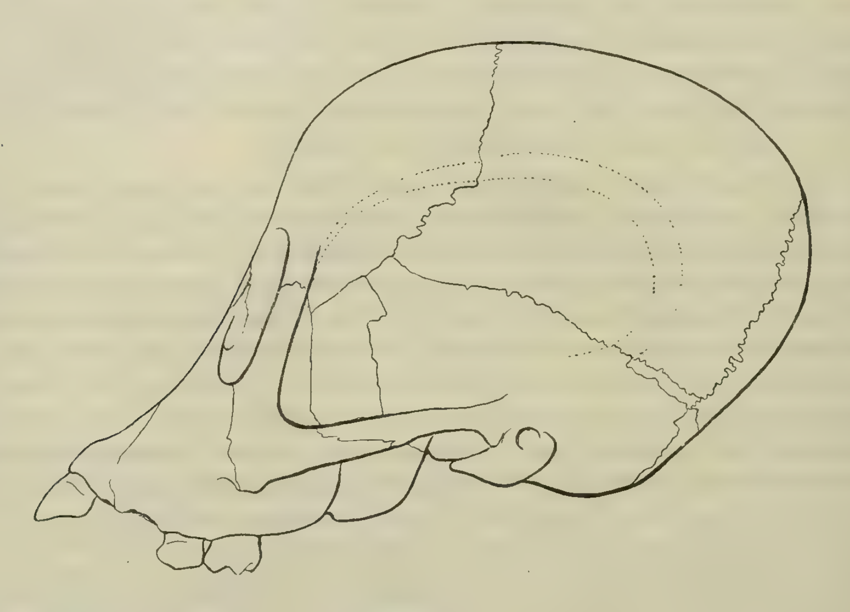


Fig. 47.

Fig. 47, 48, 49. Drei Orangutanschädel zur Demonstration der Veränderung der Lage der Linea semicircularis inferior und superior am Schädel mit dem zunehmenden Alter.

Fig. 47. Junger Schädel, die Linien liegen unter der Mitte des Schläfenbeins.

Bei den jüngsten Orangutanschädeln stehen sowohl die untere wie die obere Schläfenlinie dem Oberrand der Schläfenschuppe noch sehr nah. Bei etwas älteren Schädeln sind beide Linien nach aufwärts gerückt, ihre Entfernung von der Schläfenschuppe ist eine beträchtlichere. Und so sehen wir die beiden Schläfenlinien am Scheitelbein mit zunehmendem Alter mehr und mehr nach aufwärts wandern. Endlich treffen sie von rechts und links an der Sagittalnath zusammen und bilden gemeinschaftlich bei den alten Männchen die Sagittalcrista des Schädels, wobei die Zwischenzone zwischen beiden Linien zum Theil der verticalen Erhebung der Crista jederseits entspricht, das Planum temporale reicht bei solchen alten Schädeln bis an den Unterrand der Sagittalcrista, welcher vielfach der unteren Schläfenlinie entspricht, oder letztere prägt sich auf den Seitenflächen der Crista aus.

An männlichen Schädeln, an welchen es nicht zur Bildung einer Sagittalcrista gekommen ist, und an weiblichen Schädeln, bei welchen sich eine solche normal nicht ausbildet, erscheinen durch die beiden Schläfenlinien vielfach zwei breitere, niedrige, in einiger

Entfernung von einander über die Höhe des Schädeldachs hinziehende cristenartige Erhebungen gebildet. Hiebei richtet sich dann auch die Zone zwischen beiden Schläfenbeinen theilweise, in ihren unteren Partien, in die Höhe, den cristenartig erhobenen Rand über der unteren Schläfenlinie darstellend. Der übrige Theil der Zone erhebt sich über das allgemeine Niveau des Schädels und stellt eine etwa klein-fingerbreite, erhabene Leiste dar, nach oben durch die scharf gezogene glatte obere Schläfenlinie, unten durch die rauhe und etwas zackige untere Schläfenlinie begrenzt.

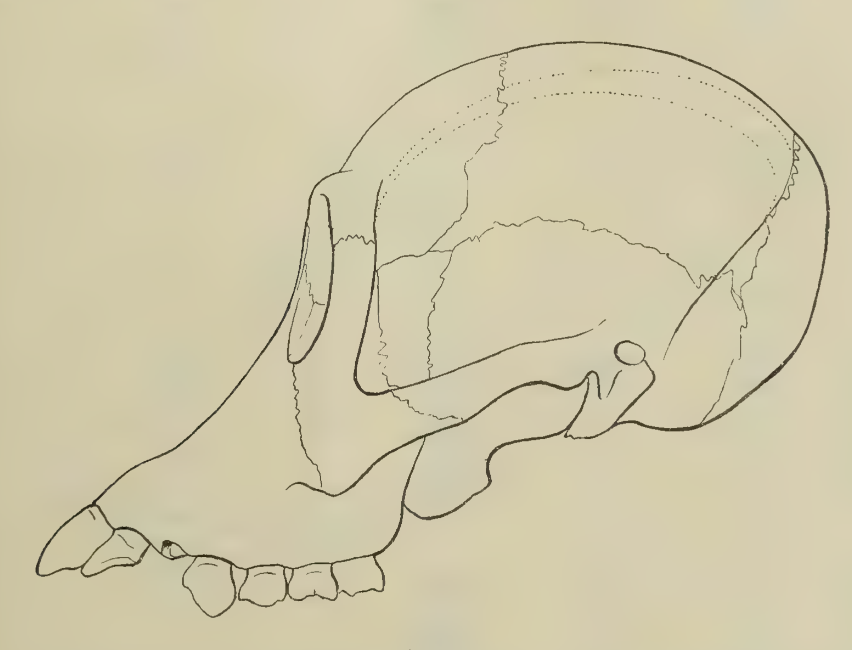


Fig. 48.

Fig. 48. Jugendlich erwachsener Schädel, die Linien liegen im oberen Drittel des Scheitelbeins.

Für die vorliegende Betrachtung ist es ausschlaggebend, dass die beiden Schläfenlinien und speciell die obere nicht, wie es die Vermuthung Hyrtl's voraussetzt, eine feste bleibende Lage am Schädel haben, sondern dass sie, wie gesagt, mit dem zunehmenden Alter von dem Unterrand des Schläfenbeins bis zum Oberrand des Schläfenbeins wandern.

Es scheint mir nicht nöthig, die Hunderte von Messungen hier ausführlich vorzuführen, durch welche ich diesen Wanderungsprocess der beiden Schläfenlinien für den Orangutanschädel nachgewiesen habe. Für den hier verfolgten Zweck mag es genügen, nur eine der Messungsreihen und zwar der jüngsten und der ältesten Schädel, der Mehrzahl nach vom Schussort Skalau (Selenka) stammend, beispielsweise zu bringen.

Die Messungen beziehen sich auf:

1. Entfernung der oberen Schläfenlinien von einander, über den Scheitel mit dem Bandmaasse gemessen.

2. Entfernung der Oberränder der beiden Ohröffnungen über den Scheitel als Querumfang des Schädels mit dem Bandmaasse gemessen. (Nr. 1 ist sonach ein Theil von Nr. 2.)

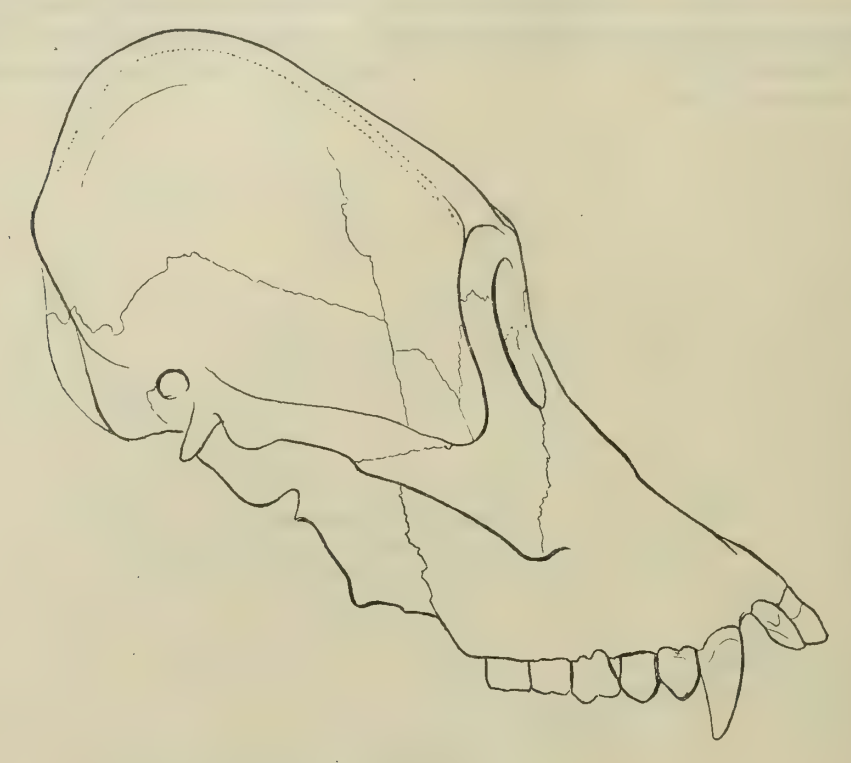


Fig. 49.

Fig. 49. Altes Männchen. Die Linien sind bis zur Sutura sagittalis resp. Sagittalcrista emporgestiegen.

3. Aus beiden Zahlen wurde ein Index berechnet, wobei der Querumfang des Schädels = 100 gesetzt und die Entfernung der Schläfenlinien, die ja nach der Messungsausführung ein Theil dieses Querumfangs ist, darauf berechnet.

Im Folgenden gebe ich zuerst die Tabelle.

	Männchen			Weibchen		
	Querumfang des Schädels	Entfernung der Schläfenlinien	Index	Querumfang des Schädels	Entfernung der Schläfenlinien	Index
Jüngste Schädel,						
Säuglinge,	200	130	65,0	195	116	59,5
jüngste	210	132	65,0	205	120	58,5
	200	122	61,0	133	110	57,0
	197	120	60,9			
	195	117	60,0			
Säuglinge,	207	120	57,9	190	100	50,3
etwas älter	197	110	55,8	202	96	47,5
	198	110	55,6			
	200	110	55,0			
	208	112	53,8			
	195	100	51,3			
Kinder	207	87	42,0	212	92	43,4
	202	82	40,6	205	85	41,5
	202	81	40,1	187	77	41,2
	217	85	39,2	203	82	40,4
	197	77	39,1	177	64	36,2
	207	70	38,6	214	77	35,9
	207	79	38,2	195	65	33,3
	205	77	37,6	202	66	32,7
Junge	200	73	36,5	208	57	27,4
	210	75	35,7	213	57	26,8
	202	67	33,2	202	52	25,7
	204	67	32,7	212	54	25,5
	210	55	26,2	205	50	24,4
	206	45	21,8	208	42	20,2
Alte	235	27	11,5	196	38	19,4
	210	8	3,8	197	37	18,8
	216	0 resp. vereinigt[1]	0	190	35	18,4
	214	0	0	212	37	17,5
	225	0	0	202	36	16,3
	218	0	0	201	32	15,9
	211	0	0	198	26	13,1
	203	0	0	193	22	11,4
	212	0	0	195	15	7,6
	203	0	0	158	10	5,4

[1]) Breite der Crista an ihrer Basis durchschnittlich 5 Millimeter.

Bei den Orangutan-Männchen beträgt im früheren Säuglingsalter die Entfernung der beiden oberen halbzirkelförmigen Schläfenlinien von einander im Maximum 65% des ganzen Schädelquerbogens, wir sehen dann mit steigendem Alter die Entfernung der Schläfenlinien über den Scheitel gemessen ganz regelmässig sinken, um bei ganz alten zu 0 zu werden.

Bei den Orangutan-Weibchen schreitet die durch das Alter bedingte Annäherung der beiden oberen Schläfenlinien, in kaum graduell etwas verschiedener Weise fort, nur das Endresultat des Wanderungsprocesses der Schläfenlinien ist nicht wie bei den Männchen vollkommene Verschmelzung. Der Process bleibt normal bei den ältesten Weibchen auf einer Stufe stehen, welche bei dem männlichen Geschlecht den jugendlichen erwachsenen Exemplaren entspricht. Nur wie einzelne alte Männchen, darin, dass sie keine vollkommen verschmolzene Crista gebildet haben, den jugendlichen und weiblichen Typus conserviren, so sehen wir bei alten Weibchen ausnahmsweise auch die beiden oberen Schläfenlinien sich so beträchtlich annähern, dass beinahe männliche Verhältnisse erreicht werden (Index 7,6; 5,4).

Diese starke Altersverschiebung der beiden Schläfenlinien auf jeder Schädelseite machen die Orangutanschädel um so mehr geschickt, die Hyrtl'sche Vermuthung zu prüfen, als bei ihnen ja auch die sagittale Theilung der Scheitelbeine, die Sutura parietalis, relativ häufig beobachtet werden kann. In den Abbildungen, Fig. 17 bis 25, sind mit der sagittalen Parietalsutur auch die untere und die obere halbzirkelförmige Schläfenlinie eingezeichnet. Ich dächte, jeder Blick auf diese Abbildungen müsste ein Auge, welches sehen kann, davon überzeugen, dass die Trennung des Scheitelbeins mit der oberen halbzirkelförmigen Schläfenlinie ebensowenig zu thun hat wie mit der unteren.

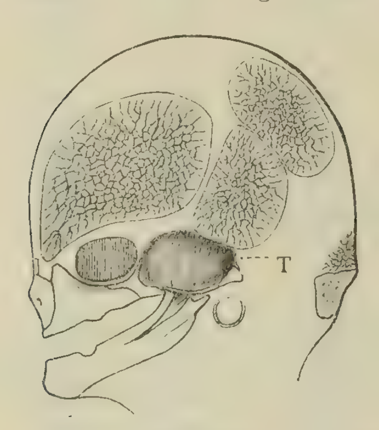


Fig. 50.

Fig. 50. Schädel eines menschl. Embryo aus dem 3. Monat zur Demonstration des Musculus temporalis T, welcher noch ganz auf die Schläfenschuppe beschränkt ist und Stirnbein und die noch getrennten Scheitelbeine noch nicht erreicht.

Die jetzt ziemlich allseitig als richtig anerkannte Erklärung für die Bedeutung der beiden Schläfenlinien formulirt Rauber,[1]) mit folgenden Worten: „Die obere Schläfenlinie entspricht der Anheftung der Fascia temporalis, die untere dem Ursprungsrand des Musculus temporalis.“ Letzteres hat Hyrtl festgestellt.

So erklärt sich der innige Zusammenhang beider Linien und ihre gemeinsame Wanderung mit zunehmendem Alter in der Schläfengegend des Schädels nach aufwärts.

Der Grund dieser Wanderung ist das zunehmende Wachsthum des Musculus temporalis mit vorschreitendem Alter, bis er bei dem alten männlichen Orangutan den Hirnschädel von beiden Seiten her vollkommen umfasst.

Bei dem Menschen erreicht die Grössenzunahme des Temporalis nicht diesen hohen Grad. Immerhin ist die Zunahme eine sehr beträchtliche.

An menschlichen Embryonen aus dem Ende des 3. und Anfang des 4. Monats sehe ich den Musculus temporalis noch ganz auf die Schläfenschuppe beschränkt. Fig. 50. Erst

---

[1]) Anatomie. 4. Auflage. I. Knochenlehre. S. 221. S. auch Spalteholz anatomischen Atlas u. A.

im 6. und 7. Monat erhebt sich der Ansatz des Musculus temporalis so weit, dass er etwa 4—5 Millimeter auf den unteren Rand des Scheitelbeins übergreift. Noch bei Neugeborenen und Kindern hat der Muskel seine definitive Grösse keineswegs erreicht, bei weiblichen Individuen wird seine Grösse niemals so beträchtlich wie bei männlichen; namentlich bei gewissen rohen Völkern, z. B. den Eskimo scheint die Ausdehnung des Musculus temporalis eine extreme zu werden.

Erst mit seiner Ausbildung in den vorderen Parthien entwickelt sich nach und nach die Crista temporalis als Ursprungsort der beiden Schläfenlinien.

Bei einer 9 Monate alten männlichen Frühgeburt gehört, wie ich sehe, der Musculus temporalis noch immer wesentlich der Schläfenschuppe an. Hinten überschreitet der Muskel noch nicht die Grenze der Schläfenschuppe, in der Mitte strahlt er in getrennten Bündeln über den Schuppenrand auf das Scheitelbein aus und schiebt seinen zackigen Rand um 5 Millimeter über den Unterrand des Scheitelbeins vor, an der Kranznath um circa 6 Millimeter und hier sitzt er an dem unteren Rand des hinteren unteren Stirnbeinwinkels an. Der Ansatz der Fascie ist in der Mitte 3 Millimeter vom Oberrand des Muskels entfernt.

Bei einem männlichen ausgetragenen Neugeborenen, welcher einige Tage gelebt hatte, überschritt der obere Rand des Temporalis den Schuppenrand in der Mitte um 9 Millimeter, an der Kranznath um 6,5 Millimeter. Die Entfernung des Fascienansatzes (Linea semicircularis superior) von dem oberen Muskelrand betrug 3 und 4 Millimeter. Am Stirnbein sass der Muskel noch der Hauptsache nach am Unterrand des vorderen unteren Stirnbeinwinkels an, begann aber in ganz geringem Grade, eigentlich noch nicht messbar, über den Rand auf die äussere Stirnbeinfläche hinauf zu kriechen.

Ich habe den Oberrand des Temporalmuskels mit Stecknadeln, welche durch den Knochen gestossen wurden, markirt, sodann den Schädel mazeriren lassen. Das Resultat der Messungen am knöchernen Schädel entspricht vollkommen dem am frischen Präparate.

Bei dem erwachsenen europäischen Mann misst die Entfernung des Oberrandes der Temporalis von dem Oberrand der Schläfenschuppe im Mittel 30 Millimeter, also mehr als dreimal soviel wie bei dem Neugeborenen (9 Millimeter).

Bei dem erwachsenen männlichen Orangutan erreicht der Oberrand des Temporalis nahezu den Oberrand (Sagittalrand) des Scheitelbeins von diesem nur noch durch die Sagittalcrista getrennt.

II.

Die individuellen Variationen der menschlichen Hinterhauptsschuppe.

Zur Geschichte der embryologischen Untersuchungen des Hinterhauptsbeins.

I. Die Periode Meckel's.

Kein Knochen des menschlichen Schädels zeigt in seinem Bau und in der Bildung der ihn mit den Nachbarknochen verbindenden Näthe so zahlreiche individuelle Verschiedenheiten als das Hinterhauptsbein und besonders der als Hinterhauptsschuppe bezeichnete Abschnitt desselben. Das gehört zu den alten Erfahrungen der menschlichen Anatomie. Die wissenschaftlichen Versuche zur Lösung des Problems, warum sich gerade an diesem Knochen eine so auffallend grosse Variabilität zeige, sind in den letzten hundert Jahren zu einer umfangreichen Literatur angeschwollen, an welcher sich Forscher aller modernen Culturnationen betheiligt haben. Und eine volle Lösung ist auch heute noch nicht gefunden, der Zusammenhang der menschlichen Form mit „niederen Zuständen“ „bleibt zu ermitteln“.[1])

Joh. Friedrich Meckel's Untersuchungen über die fötale Entwickelung des menschlichen Hinterhauptsbeins wurden, so viel ich sehe, zuerst im Jahre 1809 in seinen Beiträgen zur vergleichenden Anatomie veröffentlicht.[2]) Schon einige Jahre früher war von ihm eine Abhandlung in Cuvier's Musäum erschienen, in welcher er das Interparietale der Säugethiere behandelt hatte.[3])

Die Untersuchungen Meckel's bezeichnen den Beginn der modernen Periode für die vorliegende Frage.

Eine historische Darstellung der Entwickelung der Kenntnisse über die fötale Ausgestaltung des Hinterhauptsbeins erfordert aber zunächst einen Blick auf die Resultate der älteren Autoren, auf welchen Meckel selbst fusste.

1. Die anatomische Situation der Frage vor Meckel.

Zur Darlegung der Situation scheint besonders das schöne Werk geeignet, in welchem 1753 Tarin das Skelett des erwachsenen Menschen und des Fötus in lateinischer und

[1]) C. Gegenbauer, Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. Bd. I, 1898, S. 402 (Interparietale).

[2]) Bd. I, 1808/9, 2. Heft, S. 34—63: Ueber Zwickelbeine am menschlichen Schädel.

[3]) l. c., S. 48. Ein Auszug aus dieser Abhandlung.

französischer Sprache beschrieben und durch, für jene Zeit mustergiltige Tafeln, illustrirt hat. Die Darstellung beruht überall auf selbständigen Originalforschungen des Autors.

Das Werk führt den Titel: Tarin, Osteographie. Paris 1753.

Hier interessirt besonders der im Folgenden wörtlich übersetzte Abschnitt: „Das Occipitale des Fötus. (S. 86 u. 87.)

„An dem Occipitale unterscheidet man vier Abschnitte des Knochens, einen hinteren, zwei seitliche und einen vorderen; dazwischen befindet sich Knorpel, welcher sie untereinander verbindet. Das Occipitale ist, bezüglich seiner Entwickelung, der inconstanteste aller Schädelknochen. Daher kommt es zweifellos, dass man bei dem Erwachsenen an ihm noch mehrere Theile und verschiedene Nähte bemerkt. Man unterscheidet die genannten vier Theile des Knochens schon zwischen dem 2. und 3. embryonalen Monat. Der hintere Abschnitt (die Hinterhauptsschuppe)[1]) schien manchmal aus vier, drei oder selbst aus zwei Theilen zusammengesetzt, welche aber immer, wie es schien, in dem dichteren Centrum vereinigt waren. Dieser hintere Abschnitt erscheint bei jüngeren Embryonen fibrös und erfährt bis zur Reife des Fötus dieselben Veränderungen wie das Coronale und Parietale[2]). Die seitlichen Theile sowohl wie der vordere Theil sind ursprünglich knorpelig, anfänglich porös, von vielen kleinen Löchern durchbohrt; sie verbinden sich miteinander und bilden die Condylen des Occipitale und das Foramen occipitale mit den unteren Partien des hinteren Abschnitts. Der vordere Abschnitt, vereinigt sich in der Folge nicht nur mit den beiden seitlichen Abschnitten, sondern auch mit dem hinteren Abschnitt des Sphenoid."

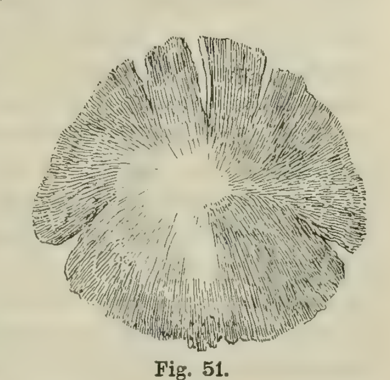


Fig. 51.
Tarin's Abbildung der Hinterhauptsschuppe des menschlichen Fötus.

Die eine der Abbildungen der Hinterhauptsschuppe, mit welchen Tarin seine Angaben illustrirte, ist hier möglichst getreu wiederholt. Fig. 51. In der Ansicht von vorne tritt an der Hinterhauptsschuppe, ausser den beiden seitlichen Einschnitten, den Suturae mendosae, die sagittale Mittelspalte der Oberschuppe deutlich hervor und neben dieser zwei sagittale zu ihr parallel seitliche Spalten, sodass durch diese 5 Einschnitte die Oberschuppe nicht nur unvollständig von der Unterschuppe getrennt, sondern selbst auch in vier im Centrum zusammenhängende Theilstücke zerlegt wird. In der Mitte des Unterrandes zeigt sich, als Rest des mit diesem verschmolzenen Ossiculum Kerckringii, ein Manubrium oss. occ. Virchow. Auf der Innenseite ist die von den Suturae mendosae ausgehende Furche zwischen Ober- und Unterschuppe gut dargestellt, ebenso die faserige Struktur der Oberschuppe, welche freilich fälschlich auch auf die Unterschuppe übertragen ist.

Die Zusammensetzung des Hinterhauptsbeins (Occipitale) aus seinen vier Hauptbestandtheilen: Schuppe (Occipitale superius und Interparietale), 2 Gelenktheilen (Occipitalia lateralia) und 1 Basilartheil (Basi occipitale) war schon lange vor Tarin Gemeingut des anatomischen Wissens.

Im Jahre 1670 war das Werk von Kerckring[3]) über die Knochenentwickelung bei dem menschlichen Fötus erschienen, in welchen auch noch ein fünfter Bestandtheil des

[1]) Tarin l. c. Taf. XXX Fig. 3 und 4.

[2]) Nach v. Kölliker's berühmter Entdeckung gilt das nur für den oberen Abschnitt der Schuppe: Die Oberschuppe. Siehe unten.

[3]) Theodori Kerckringii, Osteogenia foetuum. Amstelod. 1670. (Spicilegium anatomicum S. 219.) Tafel XXXIII, Fig. 2—5.

Hinterhauptsbeins constatirt wurde, welcher in neuerer Zeit meist als Kerckring'scher Knochen, Ossiculum Kerckringii, bezeichnet wird, Herr R. Virchow[1]) hat dieses Gebilde als Manubrium squamae occipitalis beschrieben; Tarin schweigt von ihm, obwohl, wie erwähnt, seine Abbildungen den Kerckring'schen Knochen mit der Unterschuppe verschmolzen darstellen. Hier soll nur das über die Schuppe Gesagte beigebracht werden.

Kerckring nannte die Hinterhauptsschuppe, mit Spiegel, Os magnum triangulare. Im 3. Monat des fötalen Lebens besteht es nach ihm häufig aus 4, noch häufiger aus 3, zuweilen aus 2 oder nur 1 Knochen. Nach dem 3. Monat trete alsbald eine Verschmelzung dieser Theile ein. Im 4. Monat trete noch ein neues dreieckiges Knöchelchen hinzu, Ossiculum tricuspidale (Kerckringii), er sagt davon: „Nachdem diese Verschmelzung vollendet ist, wächst an die Hinterhauptsschuppe (Os magnum triangulare) noch ein neues dreieckiges Knöchelchen (Ossiculum tricuspidale) an.“ Das Knöchelchen berührt, nach Kerckring's Beschreibung, mit seiner Spitze die Hinterhauptsschuppe in der Mitte von deren Unterrande. Die Basis ist gegen die beiden Gelenktheile (coronae) gerichtet, zwischen welchen sie zu liegen kommt. Im 8. Monat erreiche es dieselben gewöhnlich, um im 9. Monat, „falls nicht die Natur abzuwechseln beliebt“, mit ihnen und mit der Hinterhauptsschuppe zu verschmelzen. Eine Abbildung aus dem 7. Monat zeigt sowohl diesen gegen das Foramen magnum gerichteten Fortsatz in der Mitte des Unterrandes der Hinterhauptsschuppe, sondern in dieser auch Reste früherer Trennungslinien, eine obere mittlere sagittale und beiderseits je eine wagrechte Spalte (Suturae mendosae).

Das Vorstehende mag genügen, um die Vorarbeiten vor Meckel's Auftreten zu charakterisiren.

2. Die Forschungen Meckel's.

Joh. Friedrich Meckel's Bedeutung für seine und unsere Zeit gründet sich nicht nur auf seine umfassenden originalen Untersuchungen auf dem Gesammtgebiet der Anatomie und Physiologie: Descriptive Anatomie, Entwickelungsgeschichte, vergleichende Anatomie, pathologische Anatomie neben allen damals zu bebauenden Theilen der Physiologie umspannend. Was seine Fragestellungen an die Natur und die aus seinen Studien abgeleiteten allgemeinen Gesichtspunkte uns so modern anmuthen lässt, ist sein überall als herrschende Geistesrichtung hervortretendes Streben nach naturgesetzlichen Richtpunkten in der in jener glänzenden Periode internationalen naturwissenschaftlichen Fortschritts übermächtig anschwellenden Fluth neuen Beobachtungsmaterials. Er suchte nach den biologischen Grundgesetzen, welche die scheinbare Disharmonie der Einzelformen des fertigen und des aus seinen Anfängen sich bildenden Menschenkörpers mit den Ergebnissen der vergleichend-anatomischen und pathologisch-anatomischen Forschung zu einer Einheit verknüpfen.

Sein wissenschaftliches Programm fasst er im Jahre 1812 in die folgenden Worte zusammen:

„Ich[2]) kann — — nicht umhin, die Aufstellung von Analogien, sowohl in der Bildung als in der Wirkungsweise, als eines der interessantesten Geschäfte des Anatomen und

---

[1]) R. Virchow, Untersuchung über die Entwickelung des Schädelgrundes. S. 13.

[2]) J. F. Meckel, Beiträge zur vergleichenden Anatomie, II. Band, 2. Heft, Ueber die Analogie der thierischen Formen. S. 58—205. 1812.

Physiologen anzusehen. Durch sie allein erheben sich beide Disciplinen über trockene Nomenclatur, leere Gedächtnisslast, mechanische Erklärungsweisen, blos teleologische Ansichten, und gibt es einen Weg zu Bildungsgesetzen zu gelangen und Aufschluss über die Wirkungsweise der Organismen zu bekommen, so ist es wahrlich nur die Vergleichung desselben Organismus: 1. mit sich selbst in verschiedenen Perioden seiner Existenz und nach seinen verschiedenen Organen in derselben Periode; 2. mit anderen Organismen; 3. die Vergleichung der Wirkungsweise der Organismen mit der Wirkungsweise anderer allgemein verbreiteter Potenzen, welche auch die unorganische Natur beseelen, und deren Wesen bekannter und leichter erforschbar ist".

Dieses Streben naturgesetzlicher Erkenntniss auf dem Gesammtgebiet der biologischen Wissenschaft bezeichnete Meckel als den „Geist der Zeit", als das „ehrwürdige Streben der gegenwärtigen Zeit", damals „unstreitig kaum älter als ein Jahrzehnt", — er selbst hat an der Erweckung dieses Geistes unvergängliches Verdienst.

Speciell für seine Studien zur Entwickelung des menschlichen Fötus gibt er als Zweck an, „nicht allein[1]) den Embryo des menschlichen Species mit sich selbst in verschiedenen Perioden zu vergleichen, sondern auch besonders auf die Uebereinkunft bei ihm vorübergehender Zustände mit persistenten analogen in niederen Thieren und auf das genaue Zusammentreffen mehrerer Missbildungen mit, beim menschlichen Embryo vorübergehenden früheren, bei niederen Thieren persistirenden, in beiden Beziehungen aber normalen Bildungen Rücksicht zu nehmen."

Auch für die Untersuchungen Meckel's über die individuellen Variationen und die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Hinterhauptsbeines, vor allem der Hinterhauptsschuppe, sind dieses die leitenden Gesichtspunkte. Es scheint mir wichtig, in unserer Zeit die Erinnerung an diese Bestrebungen wieder aufzufrischen.

Ich habe mich bemüht, sagt J. F. Meckel im Jahre 1809[2]), einige Missbildungen aus einem Stehenbleiben des ganzen Organismus oder einzelner Organe auf einer früher normalen Bildungsstufe zu erklären, und dieser Versuch hat den Beifall mehrerer Männer erhalten, deren Urtheil ich besonders verehre; ich liefere daher in der gegenwärtigen Abhandlung einen ähnlichen Versuch über die Entstehungsweise der Worm'schen oder Zwickelbeine. Ich weiss zwar nicht, ob ich im Stande bin, mit Gewissheit zu erweisen, dass alle Zwickelbeine in allen Gegenden des Schädels ihrem Wesen nach vormals normale Knochen sind, allein für die, welche am häufigsten vorkommen, kann ich es bestimmt, und dies genügt mir. Offenbar kommen sie in der Verbindungsnath der Scheitelbeine mit dem Hinterhauptsstück des Grundbeins am häufigsten vor. Diess beweisen die Zeugnisse und Beobachtungen eines Eustach, Paaw, Monro, van Doeveren, Sandifort, Blumenbach, Soemmering[3]) und eine Menge von Fällen, welche ich vor mir habe.

„Die Stelle in der Lambdanath, worin diese Zwickelbeine vorkommen, ist nicht immer dieselbe. Fürs erste betrachte ich die, welche sich im Winkel zeigen (R. Virchow's „Spitzenknochen"), sowohl weil sie die regelmässigsten sind, als weil sich ihre Entstehungsweise aus der Osteogenie am leichtesten nachweisen lässt und weil sie endlich wegen des völlig normalen Vorkommens von Zwickelbeinen an derselben Stelle bei einer zahlreichen Familie von Säugethieren sehr merkwürdig ist."

---

[1]) l. c. S. XII.

[2]) J. F. Meckel, Beiträge zur vergleichenden Anatomie. I. Bd. 2. Heft 1809. Ueber die Zwickelbeine am menschlichen Schädel. S. 34—63.

[3]) Die Citate l. c. S. 34 und 35.

„Auf die auffallend regelmässige Symmetrie, die sich bei schon ausgebildeten Schädeln in den Zwickelbeinen im Allgemeinen zeigt, hat schon mein berühmter Lehrer, der vortreffliche Blumenbach, aufmerksam gemacht und namentlich angeführt, dass er in mehreren Fällen sowohl in der Kranz- als Lambdanath und dem Lambdawinkel die genaueste Uebereinstimmung zwischen den Zwickelbeinen beider Seiten beobachtet habe. Dies gilt aber ganz besonders für die letzteren. Ich habe mehrere Köpfe von Erwachsenen und Kindern vor mir, wo Grösse und Gestalt der am Lambdawinkel befindlichen zwei beträchtlichen, für sich mehr oder weniger dreieckigen, zusammen immer ein stumpfwinkeliges Dreieck bildenden Zwickelbeine[1]) genau mit dem übereinkommt, was Sandifort und Eschenbach abgebildet und v. Doeveren[2]) beschrieben hat."

„Diese Regelmässigkeit in der Zahl, Gestalt und mehr oder weniger auch in den Proportionen dieser im Lambdawinkel vorkommenden Knochen zum übrigen Hinterhaupte brachte mich zuerst auf die Vermuthung, dass sie wohl einer früher normalen Beschaffenheit der Form des Hinterhauptbeins ihr Dasein verdankten, und wirklich beweist dies die Betrachtung derselben in den frühesten Perioden ganz auffallend."

„In der 10. Woche ungefähr finde ich vom Hinterhauptsbein nur den unteren Theil des Hinterhauptsstückes und diesen aus zwei völlig getrennten, mit der Basis gegeneinander gekehrten, spitzen Triangeln zusammengesetzt. Einige Wochen später besteht es aus drei Stücken, einem sehr grossen viereckigen, dessen oberer Rand viel breiter ist als der untere, und zwei viel kleineren dreieckigen, welche auf diesem oberen Rand aufliegen, sehr niedrig, nicht ganz so breit als er, und völlig, sowohl unter sich, als von dem grösseren früheren Stück getrennt sind. Sie verbinden sich mit ihm an der Stelle, wo nachher der Hinterhauptshöcker entsteht. Aber diese beiden Knochen sind noch nicht die, welche als normwidrige Bildung beim reifen Fötus und dem Erwachsenen am häufigsten vorkommen, wie mir zwei Fötusschädel, einer aus der 14., der andere aus der 16. Woche, deutlich beweisen. Bei beiden sind die drei eben angegebenen Stücke mit dem unteren Hinterhauptstheile schon grösstentheils (beim 14 wöchentlichen die Gegend des Höckers ausgenommen) verwachsen. Bei diesem (dem 14 wöchentlichen) sind sie noch in ihrer oberen Hälfte in der Mitte vom Lambdawinkel herab gespalten und neben ihnen liegen auf beiden Seiten zwei grosse regelmässige, viereckige Knochenstücke, welche den ganzen Raum zwischen dem hinteren Scheitelbeinrande und der oberen Hälfte des äusseren Randes dieses Theils des Hinterhauptsstückes ausfüllen.[3]) Auch diese Knochenstücke gehören noch nicht hierher, wohl aber zwei andere, welche sich am oben erwähnten 26 wöchentlichen Schädel zeigen. Die beiden neuen seitlichen des vorigen sind schon mit dem früheren verwachsen, aber oben noch beinahe ebenso tief und breit getrennt als beim vorigen Fötus. Ueber seinem oberem Rand aber haben sich zwei untereinander völlig getrennte und mit dem oberen Rand des früheren nur durch schmale Knochenbrückchen verbundene kleine Knochenstücke ausgebildet, und diese sind es, welche, wenn sie nicht mit dem grossen Hinterhauptstheil verwachsen, die regelmässigen Zwickelbeine des Lambdawinkels bilden. Jene früheren ersten dreieckigen beim dreimonatlichen Fötus sind es nicht, denn diese vereinigen sich mit dem frühesten untersten Theile des Hinterhauptstheiles da, wo nachher auch beim reifen Fötus und oft noch viel später die gegen den äusseren Höcker verlaufenden Quereinschnitte im Lambdarande (Suturae mendosae) befindlich sind und die beim Erwachsenen vorkommenden Lambdazwickelbeine (Virchow's Spitzenknochen) liegen immer viel höher, als an dieser Stelle. Einen späteren Ursprung aber haben sie auch nicht, denn bei keinem späteren Schädel finde ich ähnliche getrennte Knochenkerne,

[1]) R. Virchow's Spitzenknochen.

[2]) Die Citate l. c. S, 36. Nach R. Virchow's Terminologie sind das die „**Spitzenknochen**". Diese sind es, nach deren Erklärung Meckel, wie aus dem folgenden sich ergibt, vor allem sucht. Es ist das für das Verständniss der ganzen Frage, sowie für ihre specielle Gestaltung von ausschlaggebender Wichtigkeit.

[3]) Diese Beschreibung entspricht nahezu der von G. Chiarugi beschriebenen freilich viel älteren Hinterhauptsschuppe. Siehe unten.

sondern von nun an entwickelt sich der Hinterhauptstheil (speciell die Hinterhauptsschuppe) als ein einziger Knochen weiter."

„Aus dem Gesagten erhellt so viel, dass der Hinterhauptstheil des Hinterhauptsbeines durch das allmählige Anbilden mehrerer Knochenstücke entsteht, die nacheinander erscheinen und allmählig zu einer Schuppe verwachsen. Ich habe deren acht nachgewiesen; doch ist es möglich, dass ihre Zahl variirt, bisweilen mehr, bisweilen weniger vorkommen. An der letzteren Abweichung aber möchte ich zweifeln, weil jene vier Paare so regelmässig einander entsprechen. Eher ist es mir wahrscheinlich, dass an diesen vier Paaren, welche die Hauptgegenden des Hinterhauptstheiles constituiren, sich bisweilen kleine accessorische entweder anbilden oder mit ihnen zugleich als Anhänge entstehen."

„Diese Geschichte des Hinterhauptsbeines erklärt übrigens, wenigstens der Form nach, die Hauptvarietäten des Worm'schen Knochen in der Lambdanath."

Meckel kommt auf die Bildung der Hinterhauptschuppe und des ganzen Hinterhaupts an verschiedenen Stellen seiner späteren Publikationen wieder zurück, ohne dass etwas wesentlich Neues weiter beigebracht würde.

Sechs Jahre nach der citirten ersten Mittheilung, im Jahre 1815, erhalten wir auch Abbildungen zu den embryologischen Befunden, an dem menschlichen Hinterhauptsbein, die alten Ergebnisse der Untersuchung werden in Kürze zusammengefasst. Die Hauptsätze sollen nun im Folgenden mitgetheilt werden, da die späteren Autoren sich vor allem auf diese Veröffentlichung beziehen."

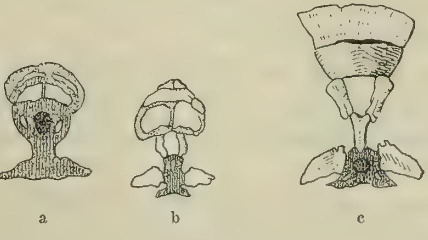


Fig. 52.

Fig. 52. J. F. Meckel's schematische Entwickelung der Verknöcherung der Hinterhauptsschuppe.

a) (Meckel's Figur 14) schematische Verknöcherung des I. und II. Stadiums, I. und II. Paar der Ossificationscentren dargestellt, beide noch sagittal getrennt.

b) (Meckel's Fig. 15) alle Entwickelungsstadien schematisch vereinigt. Das I. Paar noch sagittal getrennt. Das II. Paar sagittal verschmolzen, rechts seitlich ein Repräsentant von Meckel's III. Paar, oben das IV. Paar Meckel's noch getrennt.

c) (Meckel's Fig. 16) Ober- wie Unterschuppe einheitlich, beide aber noch durch eine weit offene Spalte von einander getrennt. Bei c ist das differente Aussehen von Haut- und Knorpelknochen angedeutet.

Meckel beschreibt in derselben die embryonale Bildung des von ihm „Hinterhauptsstück" genannten Knochens unter dem Titel: Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Centraltheile des Nervensystems in den Säugethieren.[1])

„Gewöhnlich gibt man an, dass dieser Knochen aus vier Knochenkernen entsteht, allein Herr Senff hat schon bemerkt, dass um die zwölfte Woche die Schuppe aus einem oberen und einem unteren Knochenkern besteht und ich habe nachgewiesen, dass sie sich allmählig aus vier Paaren, also aus acht Knochenstücken bildet."

„Unter allen Theilen des Hinterhauptbeins entsteht der untere Theil der Schuppe zuerst als ein niedriger, dünner, aus zwei Seitenhälften gebildeter Streif um die zehnte Woche.

[1]) J. F. Meckel, Deutsches Archiv für die Physiologie. 1815. Bd. I, S. 616, Tafel VI, Fig. 14, 15, 16. No. 14, Grundbein eines ungefähr zehnwöchentlichen Embryo. No. 15, Grundbein eines elfwöchentlichen Embryo. No. 16, Grundbein eines dreimonatlichen Embryo.

Nachdem er nach oben sich vergrössert hat, und seine beiden Hälften verschmolzen sind, entstehen in der 2. Hälfte des 3. Monats ungefähr gleichzeitig die Gelenktheile und über ihnen ein zweites Stück, welches auch Anfangs aus zwei Seitenhälften besteht, wie Anfangs das erste, niedrig ist, und um das Ende des 3. Monats ein einziges bildet. Zugleich verdicken und vergrössern sich die früher vorhandenen beträchtlich, die Fortsätze der Gelenktheile bilden sich aus, und der Zapfentheil erscheint."

„Dieser also ist der letzte der vier Theile, woraus beim reifen Fötus noch das Hinterhauptsbein besteht (1 Zapfentheil, 2 Gelenktheile, 1 Schuppe). Etwas später erzeugt sich nach aussen und oben von dem ersten und zweiten Paare der Schuppe ein drittes Paar, dem bald ein viertes, welches über dem zweiten liegt, folgt, und die um die Mitte des Fötallebens gewöhnlich verwachsen sind."

„Häufig entstehen noch im Umfange des Knochens einzelne, sich mit ihm vereinigende Knochenkerne, selten andere zwischen der Schuppe und den Gelenktheilen, die durch ihre Dicke der Dicke dieser Gegend entsprechen."

„Wie diese Entwickelungsweise des Hinterhauptbeins den Grund der Entstehung der Zwickelbeine enthält, und zugleich sie und die in ihr begründeten Zwickelbeine mit permanenten niederen Bildungen zusammenfallen, habe ich schon vor mehreren Jahren hinlänglich dargethan." Soweit Meckel.

Die dieser Abhandlung von Meckel beigegebenen drei Abbildungen (unsere Figur 53, a, b, c), tragen einen entschieden schematischen Charakter: sie fassen die an Embryonen von verschiedenem Alter gefundenen Thatsachen zusammen, wie aus der ersten Beschreibung der betreffenden Beobachtung zweifellos hervorgeht. Die Theilung der Hinterhauptsschuppe, wie sie in b (Fig. 15) dargestellt ist, hat Meckel an einem und demselben Schädel sicher nicht gesehen, dagegen sprechen seine eigenen Worte; c (Fig. 16) ist dagegen die unverkennbare, wenn auch etwas mangelhafte Abbildung eines Präparats; dagegen ist auch a (Fig. 14) im Wesentlichen schematisch.

Was hat denn Meckel thatsächlich gesehen?

I. Periode. In der 10. Woche fand er, als I. Paar seiner die Hinterhauptsschuppe bildenden Verknöcherungscentren, nur zwei getrennte, annähernd dreieckige Knochenkerne. Von diesem Stadium hat er keine Abbildung gegeben.

II. Periode. Einige Wochen später fand er dieses I. Paar zu einem viereckigen Stück verschmolzen und darüber ein neues, das II. Paar, als zwei getrennte, viel kleinere Stücke. Die Hinterhauptsschuppe besteht nun „aus drei Stücken". Auch von diesem Stadium haben wir keine Abbildung. In a (Fig. 14) ist das II. Paar der Verknöcherungscentren als zwei in der Mitte getrennte schmale Dreiecke, entsprechend dem Verhältnisse des II. Stadiums dargestellt, aber das I. Paar, welches in diesem Stadium zu einer viereckigen Platte verschmolzen sein soll, ist noch als „zwei völlig getrennte, mit der Basis gegen einander gekehrte, spitze Triangeln" dargestellt, wie sie für das I. Stadium beschrieben worden sind. Die Zeichnung ist sonach in der Weise schematisch zusammengesetzt, dass sie oben dem II. unten dem I. Meckel'schen Stadium entspricht. Die viereckige Platte des II. Stadiums zeigt dagegen c (Fig. 16) unten.

III. Periode. Bei einem Fötusschädel aus der 16. Woche sind die drei Stücke, aus welchen in der II. Periode die Hinterhauptsschuppe bestand, mit einander verwachsen.

Bei dem Schädel aus der 14. Woche zeigt sich, während die Stücke sonst auch fast vollkommen mit einander verwachsen sind, eine tiefe Sagittalspalte in der Mitte und daneben, nach aussen, liegen „auf beiden Seiten zwei grosse, regelmässige, viereckige Knochenstücke", welche die Schuppe seitlich ergänzen als III. Paar.

IV. Periode. Bei einem „16 wöchentlichen" Schädel sind die beiden „neuen seitlichen" Knochenstücke schon mit den früheren verwachsen. Von der ehemaligen Trennung des II. Paares zeigt sich nur noch eine tiefe und breite Spalte in der Mitte in sagittaler Richtung. „Ueber seinem oberen Rande aber haben sich zwei neue kleine Knochenstücke ausgebildet", IV. Paar, welches Meckel mit Recht für die „Spitzenknochen" im Lambdawinkel, „welche als normwidrige Bildungen beim reifen Fötus und dem Erwachsenen am häufigsten vorkommen" in Anspruch nimmt.

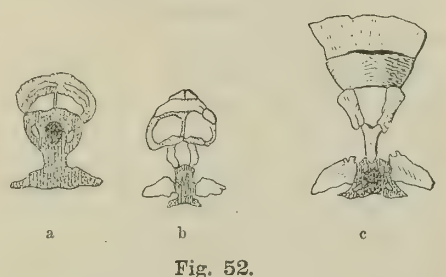


Fig. 52.
J. F. Meckel's schematische Entwickelung der Verknöcherung der Hinterhauptsschuppe.

Vergleichen wir mit dieser Darstellung unsere Figur 52 b (Fig. 15), so ist das I. Paar der Knochenstücke noch getrennt dargestellt, da dasselbe doch schon in der II. Periode verschmolzen ist. Dagegen sind die beiden Knochenstücke des II. Paares mit einander verschmolzen und zwar ohne jenen stets erwähnten oberen Sagittaleinschnitt in der Mittellinie der Schuppe. Dagegen liegt rechts, als Repräsentant des III. Paares ein etwas nach unten verlagertes Knochenstück mehr dreieckig, als viereckig, mit nach aussen gewendeter Spitze. Links fehlt ein entsprechendes Stück. Dagegen ist oben das IV. Paar dargestellt, welches Meckel nur als Aufsatz auf der im Uebrigen ganz verschmolzenen und fertig gebildeten, nur in der Mittellinie noch sagittal eingeschnittenen sonstigen Schuppenanlagen gesehen hat.

Bilder resp. Verhältnisse, welche den Meckel'schen Figuren 14 und 15 (unser a und b Fig. 52) entsprechen, hat sonach Meckel niemals gesehen, ebensowenig wie vor oder nach ihm irgend Jemand. Jedenfalls gibt es kein normales Stadium, in welchem die Schuppe diese Trennung in 8 Verknöcherungspunkte thatsächlich zeigt. In diesem Sinne muss sonach auch die Bemerkung von Herrn H. Stieda[1]) verstanden werden: „Unzweifelhaft hat Meckel 8 Knochenkerne gesehen, denn es kommen solche Fälle vor, wo im frühesten Stadium die Schuppe aus einer so grossen Anzahl von Stücken besteht."

[1]) Die Anomalien der menschlichen Hinterhauptsschuppe. In F. Merckel und R. Bonnet, Anatomische Hefte. I. Abtheilung, 4. Heft (II. Bd., Heft 1), 1892. Mit 16 Abbildungen. S. 61—106. Tafel IV—VII.

II. Die Anomalien der Hinterhauptsschuppe im Sinne Meckel's nach meinen statistischen Aufnahmen.

1. Beschreibung der einzelnen Anomalien.

Wir verstehen die Tragweite der Meckel'schen Angaben über die fötale Entwickelung des Hinterhauptbeins, speciell der Hinterhauptsschuppe, erst durch Vergleichung mit den individuellen Bildungen der letzteren bei Erwachsenen, welche durch jene erklärt werden sollen und welche ich im Folgenden nach meinen Untersuchungen[1]) und mit Benützung der von mir 1877 aufgestellten Terminologie darstelle.

Das Meckel'sche Bildungsschema der Hinterhauptsschuppe des Menschen ist nach dem im Vorstehenden Mitgetheilten sehr einfach. Die Lagerung der vier Paare von Ossificationspunkten in der Schuppe ergibt sich aus der beistehenden Skizze, Fig. 53.

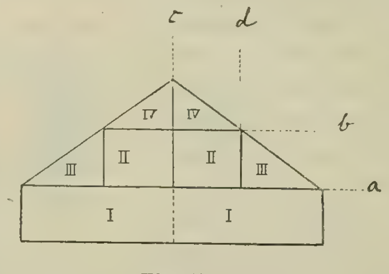


Fig. 53.

Fig. 53. J. F. Meckel's Schema der Verknöcherung resp. Zusammensetzung der Hinterhauptsschuppe.

I, I. Erstes Paar der Ossificationscentren, die Unterschuppe bildend.
II, II. Zweites Paar (in meinem Schema entspricht diesem das III. Paar.)
III, III. Drittes Paar (in meinem Schema II. Paar zum Theil.)
IV, IV. Viertes Paar Meckel's, die Spitzenknochen bildend.
II.—IV. Bilden nach Meckel die Oberschuppe.
a. Sutura transversa squamae occipitalis R. Virchow.
b. Sutura transversa superior squamae occipitalis.
c. Sutura sagittalis media squamae occipitalis.
d. Sutura sagittalis lateralis (dextra) squamae occipitalis.

Die Unterschuppe zeigt das I. Paar, darüber liegt die Oberschuppe, welche aus zwei Parallelreihen von Ossificationspunkten entstehen soll: in der Mitte das II. Paar, je seitlich ein Ossificationspunkt des III. Paares; als zweite Parallelreihe darüber das die Spitze der Oberschuppe bildende IV. Paar.

Schon um die Mitte des Fötallebens sind normal alle die einzeln entstehenden Theile des Knochens mit einander verwachsen, nur die fötale, die Spitze senkrecht nach unten einschneidende sagittale Trennungsspalte zwischen den Ossificationscentren des IV., sowie die Querspalte zwischen dem I. Paare und dem (II. und) III. Paare bleibt meist bis nach der Geburt und noch später rechts und links zum Theil offen (Sutura mendosa) als eine nach aussen mehr oder weniger breite, nach innen eng zugehende Spalte. Die Oberschuppe grenzt sich von der Unterschuppe in der Mitte durch den mehr oder weniger starken,

[1]) J. Ranke, Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern. München, Th. Riedel (F. Bassermann). I. Abschnitt: Zur Physiologie des Schädels und Gehirns. 1877. S. 1—168. Mit 5 lithographischen Tafeln.

S. auch J. Ranke und N. Rüdinger, Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns. Bd. I. 1877.

häufig gleichsam zapfenartig ausgezogenen Knochenvorsprung, die Protuberantia occipitalis externa, seitlich durch zwei, normal nach oben stark convexe Linien, Linea semicircularis s. Linea nuchae superior und suprema ab, von welchen die letztere äusserlich die Grenze zwischen Ober- und Unterschuppe (d. h. zwischen Occipitale superius und Interparietale) bezeichnen soll.[1])

Den Meckel'schen Paaren fötaler Ossificationspunkte der Hinterhauptsschuppe entsprechen fötale Trennungsspalten oder fötale Näthe in der Hinterhauptsschuppe, welche alle vollkommen oder theilweise während des späteren Lebens persistiren können:

I. Quernath zwischen dem unteren I. Paar der Ossificationspunkte (in der Unterschuppe) und den horizontal darüber gelegenen II. und III. Paaren (in der Oberschuppe). Fig. 53a.

Diese Nath, die Sutura transversa fötalis squamae occipitalis R. Virchow, wird von der Mehrzahl der Autoren[2]) mit der Sutura mendosa identificirt. „Ihr äusseres Ende trifft, nach der Definition R. Virchow's,[3]) jedesmal auf die Stelle, wo der hintere untere Winkel des Warzentheils vom Schläfenbein mit den äusseren Winkeln der beiden Abschnitte der Hinterhauptsschuppe zusammenstösst, also auf die Stelle der seitlichen hinteren Fontanelle (Fonticulus Casserii). Die Quernath erscheint als eine direkte Verlängerung der Schuppennath des Schläfenbeins, und sie bildet in dieser Vereinigung fast ein Kreuz mit der Lambdanath, welche nach der Bezeichnung der älteren Anatomen an dieser Stelle endigt und sich nach unten in das sogenannte Additamentum suturae lambdoidis, die Sutura mastoideo-occipitalis, fortsetzt. Ihr innerer Abschnitt erstreckt sich gegen die Protuberantia occipitalis externa, so jedoch, dass die letztere stets **unter** demselben gelegen ist. Die „Facies muscularis" gehört darnach ganz und gar dem unteren Abschnitte der Hinterhauptsschuppe (Unterschuppe) an. Innen durchsetzt die Quernath gewöhnlich die Furche für die queren Blutleiter."

Durch die vollkommene Persistenz der queren Hinterhauptsnath soll die Oberschuppe von der Unterschuppe vollkommen abgetrennt werden. Die abgetrennte „Oberschuppe" stellt dann, als ein relativ mächtiges Gebilde, einen eigenen Schädelknochen dar, den eigentlichen Inkaknochen, Os Incae s. epactale proprium R. Virchow. Fig. 54.

Neuerdings hat man diesen Knochen, das Os Incae, als Os Interparietale oder Zwischenscheitelbein, im Sinne der vergleichenden Anatomie bezeichnet. Wir werden später einige Gründe gegen diese Benennung vorzubringen haben; aber das ist schon gewiss, dass im alten Meckel'schen Sinne nicht der aus dem II., III. und IV. Meckel'schen Paar vereinigte Inkaknochen, sondern allein das isolirt bleibende IV. Paar mit dem Interparietale der Säugethiere zu identificiren wäre. — Ich schliesse mich im Folgenden den Bezeichnungen Virchow's in allem Wesentlichen an.

II. Sagittalnath zwischen dem IV. und II. Paare resp. Durchschneiden der fötalen mittleren Sagittalspalte bis zur queren Hinterhauptsnath. Fig. 53c.

---

[1]) Graf Spee, l. c. Kopf. S. 101.

[2]) Ausgenommen bisher nur Bessel-Hagen und C. Toldt s. unten.

[3]) R. Virchow, Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel. 1875. S. 71.

Diese mittlere fötale Sagittalnath der Hinterhauptsschuppe, Sutura sagittalis fötalis squamae occipitalis media, wie ich sie genannt habe,[1]) erscheint gleichsam als Fortsetzung der Sagittalnath des Schädels durch die Oberschuppe hindurch, entsprechend so, wie die fötale Stirnnath gleichsam eine Fortsetzung der Sagittalnath durch das Stirnbein darstellt.

Nach dem Meckel'schen Schema können Fälle vorkommen, in welchen die ganze Hinterhauptsschuppe, Ober- und Unterschuppe, durch die mittlere fötale Sagittalnath in eine rechte und eine linke Hälfte getrennt werden, oder in welchen der Abschnitt der Gesammtnath zwischen dem I. Paar der Ossificationspunkte allein persistirt. Diese Fälle sind, wie es scheint, bei erwachsenen Menschenschädeln bisher nicht beobachtet worden, auch

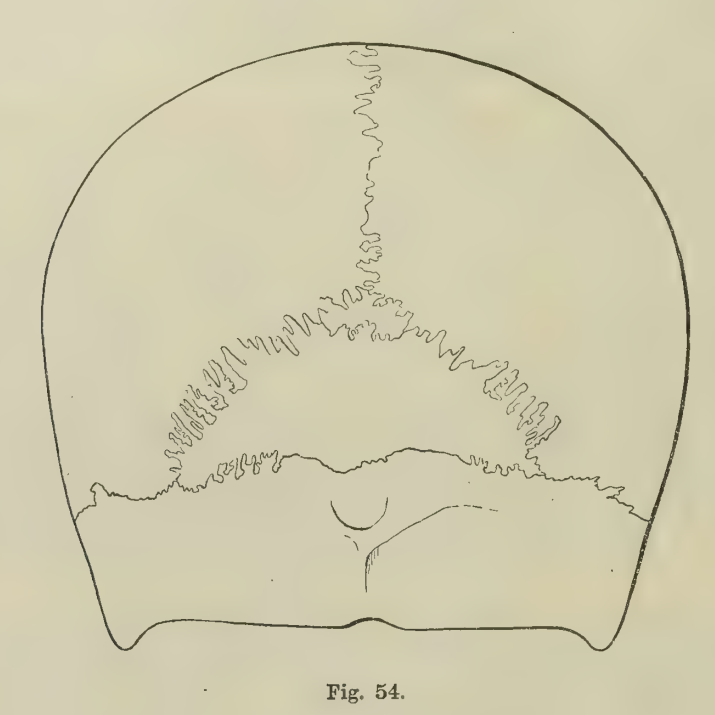


Fig. 54.

Fig. 54. Schädel mit Os Incae proprium. Oben im Lambdawinkel ein „einfacher Spitzenknochen."

Meckel kann nur auf einen Fall aus der älteren Literatur hinweisen. Ich konnte niemals eine Andeutung einer Persistenz dieses untersten Abschnittes der fötalen mittleren Sagittalnath der Hinterhauptsschuppe bei älteren Schädeln nachweisen. Relativ häufig dagegen bleibt der oben beschriebene Abschnitt der Gesammtspalte offen, welcher zwischen dem IV. und II. Paar der Meckel'schen Ossificationscentren die Oberschuppe in der Mitte sagittal durchschneidet bis auf die fötale Hinterhauptsquernath herab.

Dadurch entsteht jederseits ein halber Inkaknochen, Os Incae dimidium dextrum et sinistrum, das Os Incae im Ganzen ist dann als Os Incae bipartitum, zweitheiliger Inkaknocken zu bezeichnen.

---

[1]) J. Ranke, l. c., I. Bd., I. Abschnitt, S. 70.

Der rechte und der linke halbe Inkaknochen kommen einzeln vor. Fig. 55.

III. Sagittale Näthe zwischen dem II. und III. Paar der Meckel'schen Ossificationspunkte. Fig. 53d.

Diese seitlichen fötalen Sagittalnäthe der Hinterhauptsschuppe, meine Sutura sagittalis fötalis squamae occipitalis lateralis dextra et sinistra, können beide gleichzeitig mit vollkommener Persistenz der bisher genannten Fötalnäthe der Hinterhauptsschuppe persistiren.

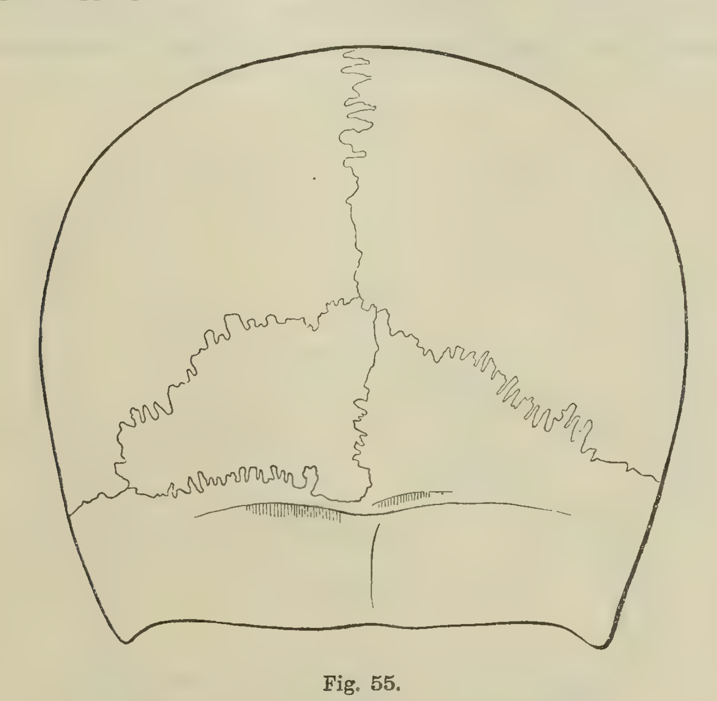


Fig. 55.

Fig. 55. Schädel mit Os Incae dimidium sinistrum.

Ich habe zuerst einen derartigen Schädel im Jahre 1877 beschrieben, es ist ein Beispiel eines viertheiligen Incaknochens, eines Os Incae quadripartitum. Der Schädel befindet sich in der Münchener anatomischen Sammlung. Die Oberschuppe ist von der Unterschuppe durch die persistirende fötale Hinterhauptsquernath abgetrennt. Die Oberschuppe zerfällt durch die gleichfalls persistirenden drei fötalen Hinterhaupts-Sagittalnäthe — dextra, media und sinistra — in vier Stücke, zwei laterale und zwei mittlere. Die beiden mittleren[1]) bilden zusammen ein annähernd viereckiges Mittelstück der Oberschuppe, die beiden seitlichen sind dreieckig mit nach aussen gerichteter Spitze.

Aus diesem **viertheiligen Inkaknochen** können die dem Getrenntbleiben des I., II. und III. Paares der Ossificationscentren entsprechenden einzelnen individuellen Bildungen der Oberschuppe abgeleitet werden. Das Offenbleiben aller

[1]) Bei einem ist unten die Quernath verstrichen.

der genannten vier fötalen Trennungsspalten bis in's spätere Leben ist recht selten zu beobachten.[1]) Häufiger findet man nur einzelne der Näthe offen, während die anderen verwachsen sind.

1. Verwachsen nur die beiden lateralen fötalen Sagittalnäthe, so entsteht der schon geschilderte zweigetheilte Inkaknochen, Os Incae bipartitum, jede Hälfte ist ein Os Incae dimidium entweder dextrum oder sinistrum. Fig. 55.

2. Verwächst nur die mittlere fötale Sagittalnath der Hinterhauptsschuppe bei vollständiger Persistenz der fötalen Hinterhauptsschuppennath, so erscheint die Oberschuppe resp. das Os Incae in drei Stücke zertheilt, dreigetheilter Inkaknochen, Os Incae

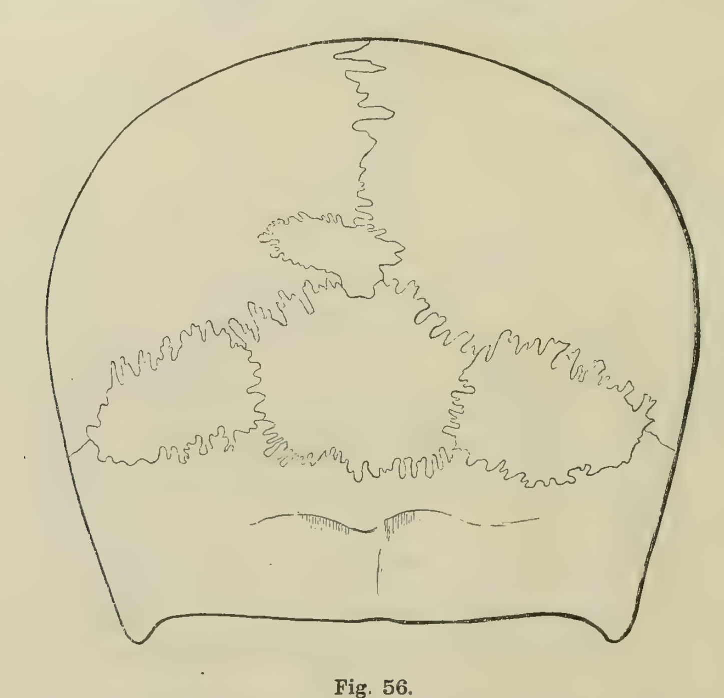


Fig. 56.

Fig. 56. Schädel mit Os Incae tripartitum. Oben ein Fontanellknochen der hinteren Fontanelle.

tripartitum Virchow. Fig. 56. Das II. Paar der Meckel'schen Ossificationscentren ist hier zu einem Mittelstück: mittlerer Inkaknochen, Os Incae medium verwachsen. Dagegen bleiben bei dem Os Incae tripartitum die, auf beiden Seiten des II. Paares gelegenen, Ossificationspunkte des III. Paares unverwachsen.

Ist bei Persistenz der beiden seitlichen fötalen Hinterhaupts-Sagittalnäthe und gleichzeitigem Verschluss der mittleren sagittalen Hinterhauptsnath, die quere fötale Hinterhauptsnath theilweise verschlossen, so entstehen daraus folgende Formen:

3. Verwächst der mittlere, der unteren Grenze des II. Meckel'schen Paar's der Ossificationscentren entsprechende Abschnitt der fötalen Hinterhauptsnath, so bleiben nur noch

[1]) Bei Embryonen siehe unten.

die beiden lateralen, das III. Paar darstellenden Theilstücke getrennt; die beiden seitlichen Inkaknochen, Os Incae laterale dextrum et sinistrum. Fig. 58. Sie ähneln einzeln in der Form dem halben Inkaknochen, Os Incae dimidium, ihre sagittale Nath steht aber ziemlich weit seitlich nach aussen von dem Ende der Sagittalnath des Schädels, während die, das Os Incae dimidium in der Mittellinie begrenzende, mittlere fötale Hinterhauptsagittalnath als directe Fortsetzung der Sutura sagittalis erscheint. Die seitlichen Inkaknochen können theils einzeln, theils beide zusammen vorhanden sein, im letzteren Fall ähnelt das Verhältniss dem Os Incae tripartitum, Fig. 56, in der That ist in jenem Fall nur der mittlere Abschnitt der queren fötalen Hinterhauptsnath verschlossen und dadurch das Os Incae medium nicht vollständig individualisirt.

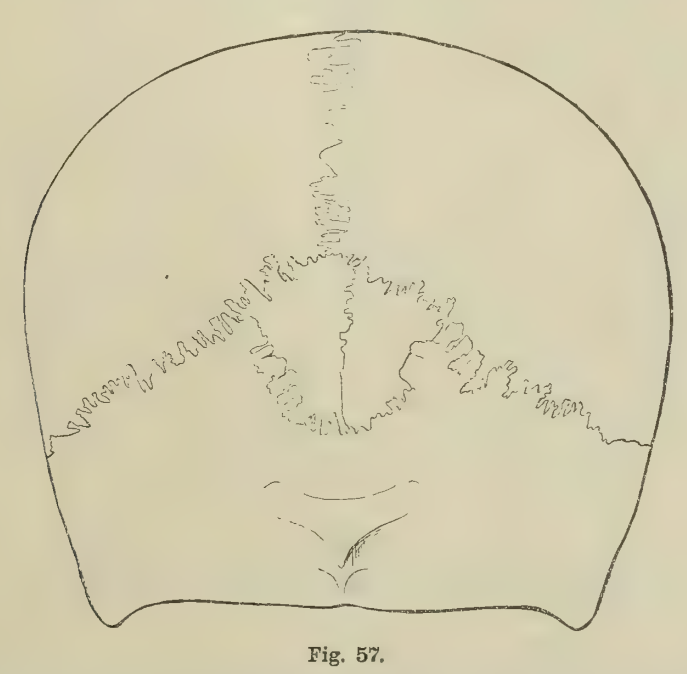


Fig. 57.

Fig. 57. Schädel mit Os Incae medium bipartitum.

4. Verwachsen unter denselben Umständen, welche bei Nr. 3 geschildert wurden, nur die Abschnitte der queren Hinterhauptsnath an der Basis des III. Meckel'schen Paares (der seitlichen Inkaknochen), so erscheint der schon mehrfach erwähnte mittlere Inkaknochen, Os Incae medium. Fig. 57, s. auch Fig. 56.

5. Besteht gleichzeitig die mittlere fötale Sagittalnath der Hinterhauptsschuppe bis zur Quernath fort, so erscheint der mittlere Inkaknochen senkrecht in zwei Hälften getheilt als getheilter mittlerer Inkaknochen, Os Incae medium bipartitum. Fig. 57. Bleibt nur der eine Ossificationskern des mittleren Inkaknochens gesondert, so entsteht das Os Incae medium dimidium dextrum oder sinistrum.

6. Verwächst nur die dem einen seitlichen Inkaknochen (III. Paar) entsprechende Strecke der fötalen Hinterhauptsquernath, so entsteht aus dem Os Incae tripartitum eine

unvollständige Form, in welcher nur das Os Incae medium und der eine seitliche Inkaknochen, Os Incae laterale dextrum oder sinistrum auftreten: Combination des mittleren Inkaknochens mit einem seitlichen. —

Schon bei meinen ersten Untersuchungen über „epactale Schädel" war es mir aufgefallen,[1]) dass das Os Incae medium, der mittlere Inkaknochen des Os Incae tripartitum, sich nach unten zu verschmälert und gelegentlich sogar mit einer kurzen Spitze in den unteren Rest der Schuppe einschneidet. Damit hängt es zusammen, dass die Richtung der seitlichen fötalen „sagittalen Näthe" der Hinterhauptsschuppe oft nicht genau sagittal, d. h. nicht genau parallel mit der mittleren fötalen Hinterhaupts-Sagittalnath, resp. der

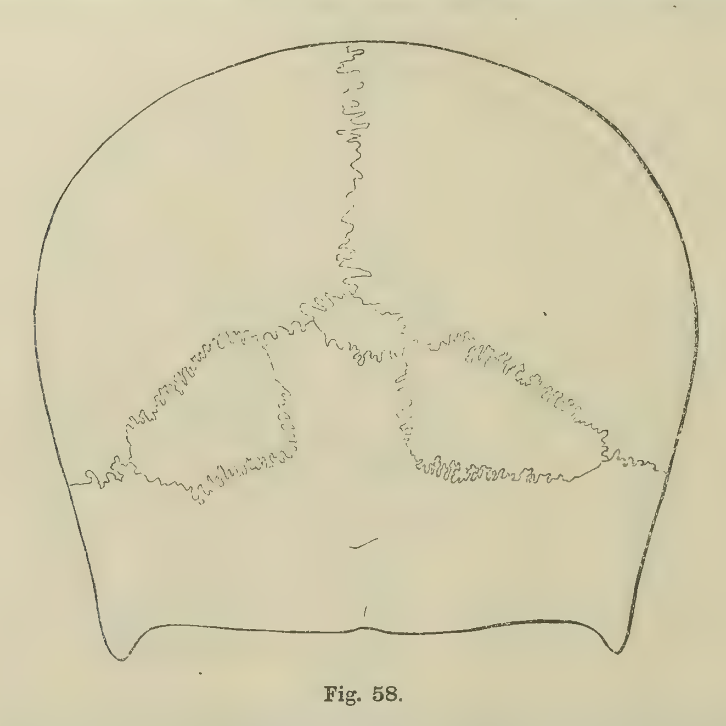


Fig. 58.

Fig. 58. Schädel mit Os Incae laterale dextrum et sinistrum. Oben ein Fontanellknochen der kleinen Fontanelle.

sagittalen Mittellinie der Schuppe, verlaufen, sondern sich von rechts und links oben nach unten und einwärts wenden. Die untere Grenze des mittleren Inkaknochens erscheint dadurch ganz gewöhnlich verschmälert gegen die obere, oder der mittlere Inkaknochen geht mehr oder weniger spitz nach unten zu. Tritt der mittlere Inkaknochen allein auf, so hält es manchmal schwer, ihn von einem kolossalen Fontanellknochen der hinteren Fontanelle (R. Virchow), Os quadratum, zu unterscheiden, welcher mit einer Spitze in die Schuppe einschneidet: „Ich bin, sagte ich in meiner ersten Publikation über diesen Gegenstand (1877), geneigt, auch solche Formen zu den mittleren Inkaknochen zu rechnen, welche, bis gegen

[1]) l. c. S. 71 und 72.

die Protoberantia occipitalis externa herabreichend (d. h. bis zur fötalen Hinterhauptsquernath R. Virchow's), spitz enden,"[1]) auch solche, welche ganz von der Hinterhauptsquernath nach oben gleichsam abgehoben sind. Dieses mir seit langer Zeit aufgefallene Verhältniss wird sich in der Folge in seiner Bedeutung zeigen. Nach dieser Definition gehört die Mehrzahl der „kolossalen Fontanellknochen" der hinteren Fontanelle R. Virchow's zu dem Os Incae medium, d. h. sie gehen aus dem Meckel'schen II. Paar hervor.

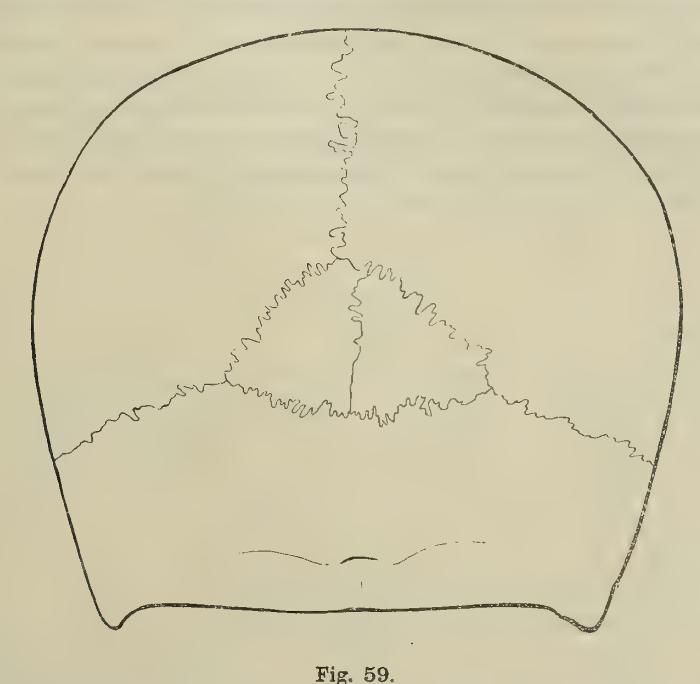


Fig. 59.

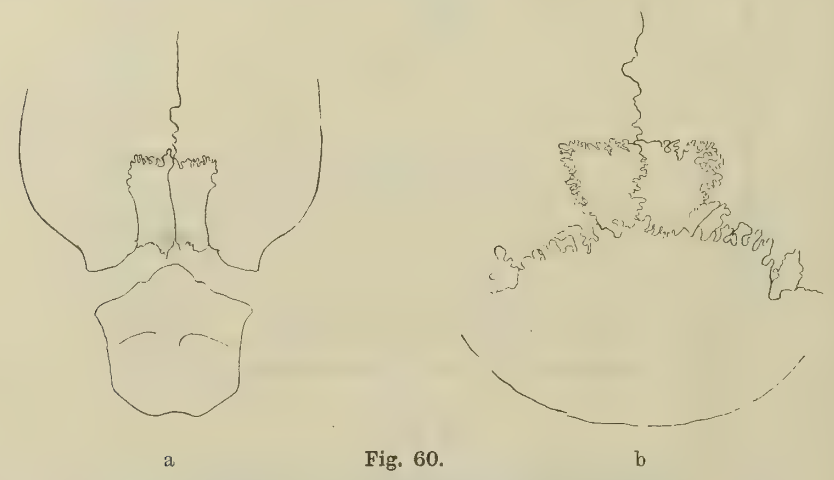
Fig. 59. Schädel mit doppeltem Spitzenknochen. (Meckel's IV. Paar.)

IV. Die obere fötale quere Hinterhauptsnath, Sutura transversa foetalis superior squamae occipitalis, zwischen dem II. und IV. Paare der Meckel'schen Ossificationskerne, geht parallel zu der Sutura transversa foetalis squamae occipitalis Virchow und trennt das IV. Meckel'sche Paar von dem combinirten II. und III. Paare, welche direkt über der letztgenannten fötalen Sutur liegen. Fig. 53 b.

Die obere quere Hinterhauptsnath schneidet die Spitze der Schuppe im Winkel der Lambdanath mehr oder weniger tief ab. Recht häufig bleibt mit der oberen queren Hinterhauptsnath auch die mittlere sagittale Hinterhauptsnath bis zur oberen fötalen Quernath offen. Dadurch entstehen die im Allgemeinen so ausserordentlich charakteristischen Bildungen der doppelten Spitzenknochen der Hinterhauptsschuppe R. Virchow, Os apicis squamae occipitalis s. triquetrum dextrum et sinistrum. Fig. 59. Treten die Spitzenknochen, durch die mittlere sagittale Nath getrennt, in der geschilderten Weise doppelt auf, so stellen sie

[1]) J. Ranke, l. c. S. 72.

sich meist als zwei etwa rechtwinkelige gleichschenkelige Dreiecke dar, je mit der längeren Kathete an einander liegend, die kürzere Kathete wird bei jedem der beiden Dreiecke durch die obere Hinterhauptsquernath, die Hypotenuse von der Lambdanath gebildet. Der gegebenen Schilderung entsprechend schneiden die Spitzenknochen gegen die übrige Oberschuppe mit einer öfters sehr regelmässigen horizontal von rechts nach links laufenden geraden Grenze (= obere fötale quere Hinterhauptsnath) ab. Ist die mittlere sagittale Hinterhauptsquernath verwachsen, während die obere quere Hinterhauptsnath offen ist, so schneidet die letztere den einfachen Spitzenknochen von der Oberschuppe ab, einen dreieckigen Knochen, mit der Spitze aufwärts mit seiner horizontal verlaufenden Basis (in der oberen Quernath) nach abwärts gewendet. Nicht selten erscheint die Hälfte der oberen queren Hinterhauptsnath bis zur persistirenden mittleren (oberen) sagittalen Hinterhauptsnath verwachsen, dann existirt nur gleichsam ein halber einfacher Spitzenknochen, welcher als einzelner Spitzenknochen der rechten oder der linken Seite bezeichnet wird.



a **Fig. 60.** b

Fig. 60a. Doppeltes Interparietale, von der übrigen Hinterhauptsschuppe getrennt, beim neugeborenen Pferd, ohne „Präinterparietale."
b. Aehnlich aussehende Bildung beim erwachsenen Menschen.

Diese Gruppe der Spitzenknochen aus dem IV. Paar seiner Ossificationscentren hervorgegangen, waren es, welche Meckel ganz besonders wichtig erschienen. Seine embryologischen Untersuchungen gingen namentlich auf die Feststellung der Herkunft der Spitzenknochen aus, sie waren es, welche Meckel mit dem **Interparietale der Säugethiere** identificiren zu können meinte. Das ist die ursprüngliche Situation in der Frage des Interparietale und die Schwierigkeiten, welche in derselben noch heute ungelöst existiren, gehen zum Theil hierauf zurück. Nicht das Os Incae, sondern das Os apicis s. triquetrum, die Spitzenknochen, sind es, ich wiederhole es noch einmal, welchen im Anfang das Interesse der Anatomen und vergleichenden Anatomen galt, seitdem zuerst 1599 Ruini das Os triquetrum beim Pferd als eine normale Bildung (Os Interparietale) nachgewiesen hatte, welche dann bei allen[1]) Säugethieren als normal vorkommender Bestandtheil des Schädels erkannt

[1]) Beim „Schwein" soll es noch nicht aufgefunden sein.

worden ist. Geoffroy und Cuvier haben die Benennung Os interparietale für die Säugethiere eingeführt. Nach der Erzählung von Gotthelf Fischer[1]) sei der Entdecker des Knochens Göthe, welcher das betreffende kleine Knöchelchen bei Mäusen zuerst entdeckt und zum Hinterhauptsbein gerechnet habe. G. Fischer hat darum für das Interparietale der Thiere den Namen Os Goethianum s. epactale vorgeschlagen, der letztere Name ist bei deutschen Anatomen noch immer vielfach in Gebrauch. —

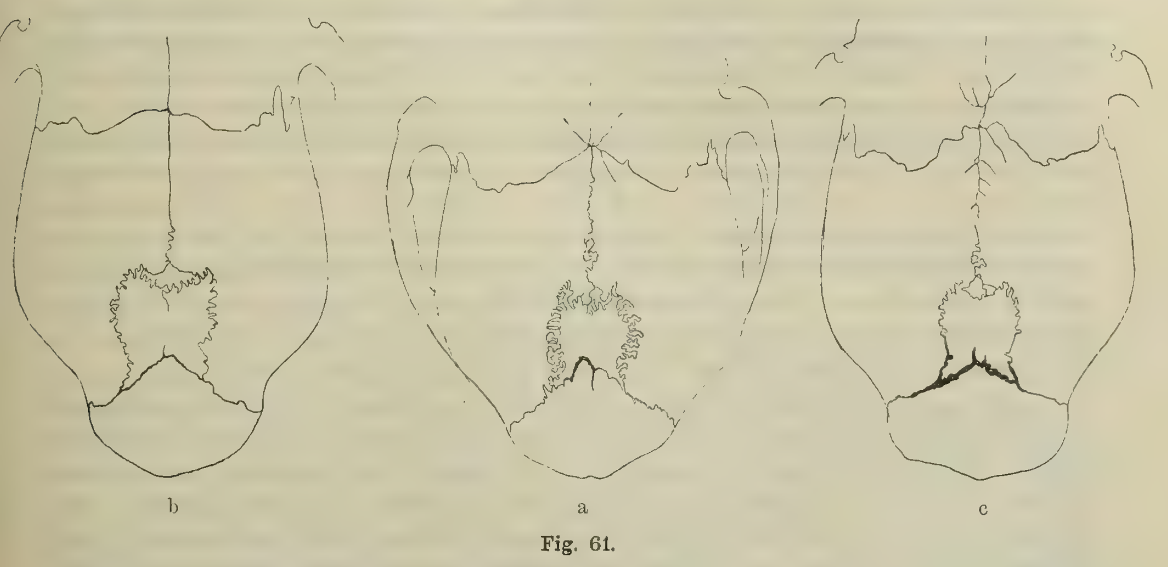


Fig. 61.

Fig. 61, a, b, c. Interparietale und „Präinterparietale" beim neugeborenen Pferd, ersteres vom Occipitale superior durch Nath getrennt.

a. Ungetheiltes Interparietale mit kleinem „Präinterparietale" am hinteren Ende der Sagittalnath (kleiner Fontanellknochen).

b. Unvollständig getheiltes Interparietale mit schönem, einfachen „Präinterparietale" (einfacher Spitzenknochen).

c. Unvollständig getheiltes Interparietale mit doppeltem „Präinterparietale" (doppeltem Spitzenknochen).

Das Interparietale der Pferde, Fig. 60a, Fig. 61 a, b, c, wurde gelegentlich auch Os quadratum genannt, da es wirklich bei den Einhufern eine länglich viereckige Gestalt zeigt; thatsächlich ist der einfach oder doppelt vorkommende Knochen auch im Sinne R. Virchow's[2]) interparietal, d. h. im Endabschnitt der Sagittalnath, gelagert. Vor ihm finden sich häufig (s. unten) noch ein oder zwei ganz kleine dreieckige, gemeinschaftlich seine vordere Spitze bildende Knöchelchen,[3]) welche sich in der Folge als „Spitzenknochen", resp. als Fontanellknochen der kleinen Fontanelle zu erkennen geben werden. Fig. 61.

Ich möchte hier darauf hinweisen, dass auch beim Menschenschädel sich „Spitzenknochen" finden, genau von der Form der Interparietalia der Pferde. Fig. 60b. —

[1]) Observata quaedam de osse epactali seu Goethiano palmigradorum. Mosquae 1811. S. 3. R. Virchow, Ueber einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel. S. 61, Anm. 1.

[2]) l. c. S. 75.

[3]) Die Präinterparietalia der Italiener.

Soweit stimmt sonach Alles vortrefflich mit dem Meckel'schen Schema überein und das ist doch eigentlich der Grund, warum alle folgenden Untersucher der individuellen Variationen der Hinterhauptsschuppe sich an das Meckel'sche Schema angeschlossen haben, obwohl es nicht gelingen wollte, die Meckel'schen Angaben betreffs der fötalen Bildung der Hinterhauptsschuppe ebenso vollkommen zu bestätigen.

Auch Herr R. Virchow hat, wie wir sehen werden, im Wesentlichen Meckel's Darstellungen zu Grunde gelegt, auch ich habe das bei meinen ersten Veröffentlichungen über diesen Gegenstand 1877 mit ganzer Ueberzeugung gethan, die Uebereinstimmung der Befunde am erwachsenen Menschenschädel sind dazu in der That zu verlockend. Immerhin konnte ich, wie oben schon angedeutet, über einige Schwierigkeiten, welche das IV. und II. Meckel'sche Paar der Ossificationscentren betreffen, nicht hinwegkommen. Diese waren auch Herrn R. Virchow keineswegs entgangen. Es handelt sich, wie schon oben angedeutet, um die Fontanellknochen der hinteren Fontanelle. Wie in allen Fontanellen, so entstehen auch in der hinteren Fontanelle Knochenkerne, welche sich mit keinem der normalen Grenzknochen vereinigen und im erwachsenen Schädel ein selbständiges, halbpathologisches Dasein führen. Solche Fontanellknochen finden sich, wie gesagt, nach der allgemein geläufigen Anschauung auch in der hinteren Fontanelle d. h. im Gebiete der Verknöcherung der Spitze der Hinterhauptsschuppe, des II. und IV. Meckel'schen Paares.

„Der hintere Fontanellknochen (Os fonticulare posterius) ist so lange bequem zu unterscheiden, sagt Herr R. Virchow[1]), als er selbst klein ist und neben der Schuppe auftritt. Allein niemals bildet er sich, ohne die benachbarten Knochen, zuweilen die Parietalia, hauptsächlich aber die Hinterhauptsschuppe zu beeinträchtigen. Dies geschieht schon sehr frühzeitig“, d. h. bei Schädeln von Neugeborenen kann man es schon wahrnehmen.[2]) Die Stellung des Herrn R. Virchow bezüglich der Entstehungszeit der Fontanellknochen ergibt sich aus den folgenden Worten:[3]) „Es ist nicht zu übersehen, dass die Fontanellknochen relativ späte Bildungen sind. Wir nennen Fontanellen die zur Zeit der Geburt noch offenen (oder genauer häutigen) Stellen am Schädel und wir denken uns daher unter dem Namen Fontanellknochen solche knöcherne Gebilde, welche in der Regel erst nach der Geburt in diesen offenen Stellen entstehen.“[4]) — — „Die Fontanellknochen entstehen, wenn die vorhandene Bindesubstanz der Fontanelle nicht rechtzeitig und regelmässig zur Vergrösserung der benachbarten Knochen verwendet wird“ — — sie „entstehen und wachsen auf Kosten der normalen Nachbarknochen“. Bezüglich des hinteren Fontanellknochens fährt Herr R. Virchow[5]) fort: „Bei dem weiteren Wachsthum leidet die Spitze der Schuppe mehr und mehr und je nach der Form des Fontanellknochens bleibt ein verschieden gestalteter Defect in der Schuppe. Wie mir (R. Virchow) scheint, hat dieser Defect eine diagnostische Bedeutung, namentlich in Bezug auf die so ähnliche Erscheinung des aus dem vierten Meckel'schen Paar hervorgehenden Spitzenknochens. Ich bin nämlich geneigt, alle diejenigen „Schaltknochen“ an der Spitze der Hinterhauptsschuppe

---

[1]) l. s. S. 76.

[2]) R. Virchow weist l. c. S. 76 Anm. 2 auf G. Hartmann's Beiträge zur Osteologie der Neugeborenen hin. Dissertation, Tübingen 1869.

[3]) l. c. S. 47.

[4]) Meine Beobachtungen über die Entstehungszeit s. unten.

[5]) l. c. S. 76.

als fonticulär zu betrachten, welche eine mehr unregelmässige oder, wenn regelmässig, eine vierseitige, mit einer medianen Spitze nach abwärts, zuweilen sogar sehr tief in die Schuppe eingreifende Gestalt besitzen. Dagegen möchte ich die dreieckigen, mit einer einzigen Spitze gegen den Winkel der Lambdanath gerichteten, dagegen geradlinig gegen die Schuppe abgegrenzten Knochen als Theile der letzteren, also als occipitale Bestandtheile (Spitzenknochen) ansehen."

Der einzige Unterschied wäre danach die Form der unteren Begrenzungsnath: bei den Spitzenknochen horizontal geradlinig, bei den Fontanellknochen spitzwinkelig in die Mitte der Schuppe einschneidend.

Schon nach meinen Untersuchungen an Schädeln Erwachsener konnte ich nicht verkennen, dass zwischen diesen beiden Grundformen eine Reihe von Uebergangsformen existirt, welche die Typen zu vereinigen geeignet erscheinen.[1])

2. Meine Statistik der Anomalien der Hinterhauptsschuppe an Schädeln Erwachsener.

Ich habe an 2489 Schädeln der altbayerischen Landbevölkerung die individuellen Bildungen der Hinterhauptsschuppe untersucht. Es ist das bisher die erste und noch immer einzige statistische Aufnahme über die betreffenden Verhältnisse an einem vollkommen reinen unausgewählten Schädelmateriale, für dessen Zusammenbringen in den Ossuarien der altbayerischen Landgemeinden, in welchen ich sie untersucht habe, in keiner Weise irgend eine durch anatomische Gründe beeinflusste Auswahl stattgefunden hat. Bei meinen Untersuchungen habe ich selbst stets alle in je einem Ossuarium befindlichen Schädel ohne Ausnahme geprüft und das Resultat in die Statistik aufgenommen. Die Statistik darf sonach als von störenden Einwirkungen unbeeinflusst und daher zuverlässig angesprochen werden.

Es muss das hervorgehoben werden den Einwänden gegenüber, welche H. Welcker statistischen Zählungen von Schädelanomalien gegenüber gemacht hat. Er betonte mit vollem Recht, dass in den anatomischen Schädelsammlungen der Universitäts-Institute unter den dort aufbewahrten Schädeln einheimischer Herkunft die selteneren Formen verhältnissmässig vorwiegen müssen. Zum Theil hängt das von den Anatomiedienern ab, denen das Maceriren obliegt und die damit einen Einfluss auf die Auswahl der aufzubewahrenden Präparate erlangen. Bei der Durchmusterung einer schönen anatomischen Universitäts-Schädelsammlung fiel mir die relativ grosse Anzahl der „Stirnnathschädel" auf. Auf meine Frage sagte mir der mich führende Anatomiediener, dass er so weit als möglich alle ihm unter die Hand kommenden Stirnnathschädel zu präpariren pflege. Das beeinflusst dann die statistischen Zählungen in der ungünstigsten Weise. Herr H. Welcker[2]) hat 857 Schädel aus den Sammlungen der Anatomien in Giessen und Halle speciell mit Rücksicht auf das Os Incae gezählt und die Häufigkeit wie 1:170 gefunden, während er mit Recht bemerkt, dass diese Zahl weit zu hoch sei, aus dem eben angegebenen Grunde, in Wirklichkeit sei die Häufigkeit kaum zu 1:300—500 anzunehmen, also 2 bis 3 mal seltener als sein

---

[1]) Ueber das Verhältniss der „kolossalen Fontanellknochen" zum Os Incae medium s. oben S. 370 f.

[2]) Hermann Welcker, Untersuchungen über Wachsthum und Bau des menschlichen Schädels. Leipzig 1862.

thatsächlicher Befund. Dieser Einwand Welcker's gilt auch gegen die beiden später nach der Publication meiner einschlägigen Statistik veröffentlichten Zählungen, von welchen speciell für das Os Incae jene von Herrn Anutschin[1]) 1880 und jene von Herrn H. Stieda[2]) 1892 mitgetheilt worden sind. Ersterer hat 978 europäische, vorzugsweise russische, der zweite 669 Schädel aus der anatomischen Sammlung in Königsberg i/Pr. untersucht. Namentlich die letzteren Zählungen zeigen den störenden Einfluss der Auswahl im Sinne Welcker's. Beide wichtige Untersuchungen müssen in den folgenden Betrachtungen eingehend gewürdigt werden. Hier sei nur erwähnt, dass die Häufigkeit des Os Incae proprium (H. Stieda's Interparietale) sich an europäischen Schädeln nach Herrn H. Stieda's Angaben[3]) folgendermassen stellen würde:

Nach Welcker	0,2—0,3	pro cent.	= 2—3	pro mille
„ Anutschin	0,3—0,5	„ „	= 3—5	„ „
„ H. Stieda	1,0	„ „	= 10	„ „

Ich habe in meiner eigenen Schädelsammlung 3 Schädel mit Os Incae proprium Virchow, die Schädel mit den übrigen zur „engeren Gruppe des Os Incae“ gehörigen Bildungen nicht mitgezählt, es gibt das die Häufigkeit wie bei den Herren Welcker und Anutschin, zum Beweis, dass auch deren Angaben, wie aus der folgenden Statistik an unausgewähltem Material sich ergibt, weithin zu gross sind.

Meine Hauptergebnisse sind im Folgenden kurz zusammengefasst.

Unter 2489 Schädeln der altbayerischen Landbevölkerung fand sich:

1. Der vollkommene Inkaknochen, Os Incae proprium Virchow
bei 2 Schädeln.

Der wahre vollkommene Inkaknochen ist sonach unter der betreffenden Bevölkerung eine Seltenheit, er findet sich

1 auf 1245 Schädel = 0,8 pro mille.

Herr R. Virchow hat dagegen unter 64 altperuanischen Schädeln den wahren Inkaknochen 4 mal gefunden. Ganz unbeeinflusst von Auswahl mag diese Zahl Virchow's freilich auch nicht sein, da, nachdem einmal die Angaben von Tschudi's bekannt waren, gewiss gerade solche Schädel mit Vorliebe gesammelt worden sind. Im Allgemeinen gilt sonst die gegen Welcker's Einwände gemachte Bemerkung Virchow's, gewiss, dass, im Gegensatz gegen die anatomischen Sammlungen einheimischer Schädel, „in anthropologischen Sammlungen von Rassenschädeln die gewöhnlichen Formen voraussichtlich stärker vertreten sein werden“.[4])

2. Der dreigetheilte Inkaknochen, Os Incae tripartitum,
fand sich bei 1 Schädel,
1 auf 2489 = 0,4 pro mille.

---

[1]) Anutschin's russisch geschriebene Publication führt den Titel: Ueber einige Anomalien am menschlichen Schädel mit besonderer Berücksichtigung des Vorkommens der Anomalien bei verschiedenen Rassen. Moskau 1880.

[2]) Anatomische Hefte, herausgegeben von Fr. Merkel und R. Bonnet, I. Abtheilung, IV. Heft, 1892. Die Anomalien der menschlichen Hinterhauptsschuppe. Aus dem anatomischen Institut zu Königsberg i/Pr. Mit 16 Abbildungen. S. 59—106.

[3]) l. c. S. 90, 91.

[4]) l. c. S. 98.

3. Der zweigetheilte Inkaknochen, Os Incae bipartitum, resp. die Hälfte desselben, der halbe Inkaknochen, Os Incae dimidium,

fand sich bei 2 Schädeln,

1 auf 1245 = 0,8 pro mille.

4. Der viergetheilte Inkaknochen, Os Incae quadripartitum, fand sich bei keinem erwachsenen Schädel der modernen altbayerischen Landbevölkerung, dagegen bei einem alten „ausgegrabenen Schädel“ aus dem gleichen Landbezirk, welcher in der anatomischen Universitäts-Sammlung hier aufbewahrt wird (Nr. 395 des alten Catalogs).

5. Der mittlere Inkaknochen, Os Incae medium,

fand sich ungetheilt bei 3 Schädeln,

1 auf 829 = 1,2 pro mille.

Daneben besass der eine dieser Schädel noch einen wohl entwickelten rechten seitlichen Inkaknochen.

Der mittlere Inkaknochen

fand sich sagittal getheilt bei 2 Schädeln,

1 auf 1245 = 0,8 pro mille.

6. Der seitliche Inkaknochen, Os Incae laterale.

Der doppelte seitliche Inkaknochen, Os Incae laterale duplex,

fandt sich bei 3 Schädeln.

Der einseitige seitliche Inkaknochen, Os Incae laterale dextrum s. sinistrum

fand sich bei 7 Schädeln

und zwar 3 mal rechts, 4 mal links.

Die seitlichen Inkaknochenformen fanden sich sonach

7 zu 2489 sonach 1 auf 249 = 4 pro mille.

Diese Form ist also unter den zur engeren Gruppe des Os Incae gehörigen individuellen Bildungen am häufigsten.

7. Der Spitzenknochen der Hinterhauptsschuppe, Os apicis squamae occipitalis s. triquetrum

fand sich in seinen verschiedenen Formen bei 36 Schädeln.

Unter den 2489 Schädeln fanden sich 8 mit einfachem (ungetheilten) Spitzenknochen, 24 mit doppeltem Spitzenknochen, 4 mit einzelnem (einseitigen) Spitzenknochen, zusammen sonach 36 Schädel, bei welchen das IV. Meckel'sche Paar der Ossificationscentren der Hinterhauptsschuppe ganz oder theilweise gesondert geblieben ist, also

1 auf 74 Schädel = 14,5 pro mille.

8. Schädel mit seitlichen Resten der Sutura mendosa s. Sutura fötalis transversa squamae occipitalis

fanden sich 180 unter 2489,

1 auf 14 (13,83) = 72,3 pro mille.

9. Der hintere Fontanellknochen, Os fonticulare posterius s. quadratum

fand sich bei 96 Schädeln,

1 auf 26 Schädel = 38,5 pro mille.

Die weit überwiegende Mehrzahl dieser Fontanellknochen ist von der typischen kleinen Form, nämlich 88. Grosse, kolossale Fontanellknochen fanden sich 3 mal. Durch sagittale Nath getheilte hintere Fontanellknochen 5 mal = 2 pro mille.

Diese meine Zählungen gruppiren sich in folgende Reihe.

Unter 2489 Schädeln der altbayerischen Landbevölkerung fanden sich:

I. Bildungen, welche zur engeren Gruppe der Os Incae gehören:

	Anzahl der Schädel
1. Os Incae proprium	2
2. Os Incae tripartitum	1
3. Os Incae dimidium	2
4. Os Incae medium	5
5. Os Incae laterale	10
Summe	20 = 8 pro mille.

II. Der Spitzenknochen in seinen verschiedenen Formen:

	Anzahl der Schädel
1. einfacher Spitzenknochen	8
2. doppelte Spitzenknochen	24
3. einzelne Spitzenknochen	4
Summe	36 = 14,5 pro mille

III. Der Fontanellknochen der hinteren Fontanelle:

	Anzahl der Schädel
1. kleine typische Form	88
2. grosse kolossale Form	3
3. sagittal getheilte Fontanellknochen	5
Summe	96 = 38,5 pro mille.

In neuerer Zeit sind keine anderen Formen von überzähligen Knochen in der Hinterhauptsgegend des Menschenschädels als die im Vorstehenden aufgezählten bekannt geworden. Aus dem Kreis der älteren Beobachtungen ist noch zu erwähnen, dass ein „überzähliger Knochen“ in der Mitte der Hinterhauptsschuppe eingeschlossen angetroffen[1]) worden ist. Aus den Abbildungen, welche Herr M. Stieda gegeben hat, sei auf einen Schädel hingewiesen, an welchem ein einheitlicher Spitzenknochen mit den Scheitelbeinen fast ganz verwachsen ist, während die obere fötale Hinterhauptsquernath noch persistirt. J. F. Meckel, welcher die „Spitzenknochen“ mit dem Interparietale der Säugethiere identificiren zu können meinte, würde den Befund Stieda's für eine „Thierähnlichkeit“ erklärt haben, da das Interparietale bei den Carnivoren und Primaten u. A. mit dem Occipitale superius, bei den Nagern und Wiederkäuern dagegen mit den Parietalia verschmilzt.[2]) Die angeführte Abbildung zeigt die Hinterhauptsschuppe oben gleichsam abgestumpft mit zwei seitlichen, den ehemaligen Spitzenknochen theilweise umgreifenden Spitzen.

Für die „Präinterparietalia“ (= Spitzenknochen zum Theil) des Menschen gibt Herr H. Stieda[3]) folgende Zahlenangaben der Häufigkeit:

Stieda 3,1 %, Marimó 3,3 %, Chiarugi 4,6 %.

Diese Versuche einer Statistik, auf anderen wissenschaftlichen Grundlagen als die meinigen beruhend, konnten mit letzteren nicht verglichen werden. Doch das ergeben

[1]) Jos. Hyrtl, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 6. Aufl. 1859 S. 239.

[2]) C. Gegenbauer, Vergleichende Anatomie der Wirbelthiere. Bd. 1. Engelmann, 1898. S. 402.

[3]) l. c. S. 90, 91. Die Literaturangaben bei Graf Spee l. c. S. 110.

auch sie, dass die zur engeren Gruppe des Os Incae gehörenden individuellen Bildungen, wie das schon J. F. Meckel gewusst hat, weit seltener sind als die Anomalien im Winkel der Lambdanath, speciell die Spitzenknochen, welche zum grossen Theil mit den sogenannten „Präinterparietalien“ der Italiener zusammenfallen. Nach Herrn H. Stieda's Zählungen ist die Häufigkeit für erstere 1 %, für letztere 3,1 %; nach meinen Zählungen ergab sich die Häufigkeit für erste 0,8 %, für letztere 1,45 %.

Das sind die Erscheinungen, welche schon J. F. Meckel durch seine entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen deuten zu können meinte. Das Folgende wird zeigen, wie weit es gelungen ist, die einst so freudig ertheilte Zustimmung der Fachgenossen den neueren embryologischen Beobachtungen gegenüber für seine Angaben zu erhalten. —

Zur Geschichte der embryologischen Untersuchungen des Hinterhauptsbeins. (Fortsetzung.)

III. Die neue Periode.

Die Angaben Meckel's blieben im Gedächtniss der Wissenschaft, wenn auch Niemand im Stande gewesen ist, sie voll zu bestätigen. Es wurde allgemein anerkannt, dass ein oberer Theil der menschlichen Hinterhauptsschuppe, die Oberschuppe, deren von der Anlage der Unterschuppe getrennte Entstehung sicher constatirt war, dem bei manchen Säugethiergruppen auch am fertig ausgebildeten Schädel als besonderer Knochen bestehenden Os Interparietale entspreche. Es blieb aber fraglich, welche von den Bildungen der Oberschuppe, die dem II., III. und IV. oder nur die dem IV. Paar entsprechenden (Spitzenknochen) als Interparietale der Menschen angesprochen werden sollten.

Einen wirklichen Fortschritt machte die Frage der ersten Bildung der Hinterhauptsschuppe durch die im Jahre 1849 mitgetheilte Entdeckung des Herrn Albert von Kölliker,[1]) dass das untere Stück, die Unterschuppe, aus Knorpel, das obere, die Oberschuppe, aus Bindegewebe (Membranae) entstehe, während man bis dahin an der u. A. von Tarin (s. oben) vorgetragenen Lehre festgehalten hatte, dass, im Gegensatz gegen die übrigen knorpelig präformirten Theile des Hinterhauptbeins, die ganze Schuppe in ihrer ersten Anlage fibrös sei. Durch die Entdeckung des Herrn von Kölliker, an welche sich bald die des Herrn R. Virchow anreihte, dass das Manubrium s. Ossiculum Kerckringii wie der übrige Theil der Unterschuppe ebenfalls aus Knorpel entstehe,[2]) war die principielle Selbständigkeit der ganzen Oberschuppe als Hautknochen, der Unterschuppe mit den übrigen Theilen des Hinterhauptbeins als knorpelig präformirte „Primärknochen“ gegenüber festgestellt. Daraus entwickelte sich naturgemäss die Meinung, dass die ganze Oberschuppe als Hautknochen dem Interparietale jener Säugethiere entspreche.

Mehr und mehr war aber das Interesse an den von Meckel in den Vordergrund gestellten vergleichend-anatomischen Gesichtspunkten geschwunden und wie vor ihm wurden

---

[1]) Berichte von der kgl. Zoologischen Anstalt zu Würzburg. Leipzig, 1849, S. 43.

[2]) R. Virchow, Untersuchung über die Entwickelung des Schädelgrundes. S. 14. Berlin, 1857.

die individuellen Bildungen der Hinterhauptsschuppe im Wesentlichen wieder als anormale Erscheinungen betrachtet. Immerhin treten neue Untersuchungen über den Gegenstand ans Licht.[1])

Die wichtigste, auf umfassenden neuen Originaluntersuchungen beruhend, ist von den Herren A. Rambaud und Ch. Renault geliefert worden. Im Jahre 1864 erschien ihr: Origine et développement des Os,[2]) worin sie einen eingehenden Abschnitt, mit schönen Abbildungen illustrirt, dem Hinterhauptsbein widmen.

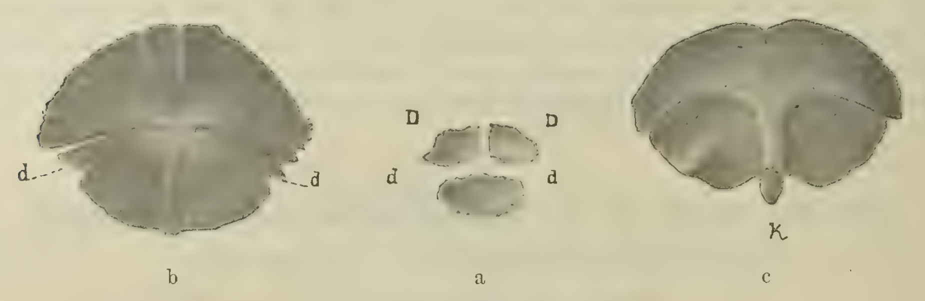


Fig. 62.

Fig. 62, a, b, c. Rambaud's und Renault's Abbildungen der frühesten Entwickelungszustände der menschlichen Hinterhauptsschuppe.

a. Frühestes Stadium, 3. Monat; d d, Unterschuppe eine einheitliche Verknöcherung darstellend, D D, symmetrische doppelte Anlage der Oberschuppe.

b. Hinterhauptsschuppe aus dem Anfang des 4. Monats; d d, laterale Ergänzungsstücke der Oberschuppe (Hautknochen) an deren oberem Rande die Sutura mendosa einschneidet.

c. Wie a aber halbschematisch zur Demonstration des Ossiculum Kerckringii k.

Das Folgende bringt ihre wichtigsten Ergebnisse in möglichst wörtlicher Uebersetzung. Diese Untersuchung liegt mit der Meckel'schen allen folgenden zu Grunde.

„Occipitale.“ [3])

S. 101. „2. Monat des intrauterinen Lebens. — Gegen die 6. oder 7. Woche sind die Condylen und die Basis schon ganz knorpelig, die Schuppe zeigt in ihrer unteren Partie einen schon ziemlich ausgebreiteten Ossificationspunkt: bei durchscheinendem Lichte sieht er in der Medianlinie heller aus. Die obere Hälfte der Schuppe ist noch nichts weiter als eine dünne Membran.

„In der 8. Woche, manchmal aber erst im 3. Monat, erscheinen die Condylen und auf jeder Seite der Medianlinie zwei Punkte für den oberen Theil der Schuppe.“

S. 101. „3. Monat. — Unverkennbar entwickelt sich die Hinterhauptsschuppe aus zwei Hälften, einer oberen und einer unteren; die obere besitzt immer zwei Ossificationspunkte, die untere häufig zwei, noch häufiger nur einen einzigen.“ Fig. 62a.

S. 103. „Die Hinterhauptsschuppe zeigte uns, was schon Kerckring constatirt hat, zahlreiche Verschiedenheiten in der Anzahl ihrer Ossificationspunkte. Einmal sahen wir sie aus vier Ossificationspunkten zusammengesetzt, zwei oben, zwei unten, paarweise um den Mittelpunkt der Schuppe geordnet. Diese Verknöcherung möchten wir für die am meisten

[1]) Die Literatur s. bei Graf von Spee l. c. S. 109 und 110, sie umfasst eine ganze Bibliothek.

[2]) Paris, bei F. Chamerot. Text mit Atlas in Fol. 26 Taf.

[3]) Abbildung Taf. 2, Fig. 9, S. 34. Fötus von 2½ Monaten, zweimalige Linearvergrösserung.

normale, am meisten mit der Form der Schuppe übereinstimmende halten. Am häufigsten ist aber im Laufe des 3. Monats jene Anordnung, bei welcher die Schuppe aus drei Ossificationspunkten[1]) zusammengesetzt ist." (Im Original folgt hier eine Auseinandersetzung über den Kerckring'schen Knochen.)

S. 104. „4. Monat. — In dieser Epoche erscheinen auf der äusseren Fläche des Hinterhauptbeins zwei nahezu dreieckige sehr zarte Lamellen, dd, Fig. 62b, welche sich bald in der Richtung gegen den Mittelpunkt der Schuppe zu anlöthen; indem sie sich verbreitern, füllen sie den Zwischenraum zwischen der oberen und der unteren Hälfte der Schuppe aus und bilden den Haupttheil des Unterrandes der seitlichen Spalte (Sutura mendosa). Diese Lamellen verschmelzen (jederseits) mit dem oberen Rand der unteren Hälfte der Schuppe. Dagegen bleibt der Zwischenraum, welcher (jederseits) zwischen ihr und dem unteren Rand der oberen Hälfte der Schuppe vorhanden ist (die Sutura mendosa) sogar noch sehr lang nach der Geburt bestehen, (Taf. VII, Fig. 8 g, g). Alle Abbildungen zeigen, dass die Verknöcherung vom Centrum gegen die Peripherie fortschreitet."

„5., 6., 7. und 8. Monat. — Bis zur Geburt zeigt sich am Hinterhauptsbein nichts Bemerkenswerthes mehr. Bei einigen Hinterhauptsschuppen findet sich jedoch, annäherd in ihrem Centrum, ein Loch (Tafel VII, Fig. 7), bei anderen eine kleine Apophyse (Tafel VII, Fig. 4)."

„9. Monat. — Am Ende des 9. Monats sind die oberen Theile der Schuppe verschmolzen, die unteren sind gleicherweise mit dem styletförmigen Ossiculum Kerckringii vereinigt. Jederseits besteht noch ein Zwischenraum (Sutura mendosa) zwischen den oberen Theilen der Schuppe und jener Lamelle, welche den Unterrand dieser seitlichen Spalte bildet. Auch zwischen den Gelenktheilen und der Schuppe ist noch ein weiter knorpeliger Zwischenraum."

S. 107. „Accidentelle Bildungen des Hinterhauptbeins. — Nach Béclard sechs Monate nach der Geburt, nach unseren eigenen Beobachtungen seit dem 5. Monat des fötalen Lebens erscheinen bei einigen Hinterhauptsschuppen auf jeder Seite der Mittellinie in der hinteren Fontanelle, d. h. in dem Raum zwischen der Spitze der Schuppe und den beiden Scheitelbeinen, zwei Ossificationspunkte, welche bald mit einander verschmelzen. Vom 8. Monat an sind diese beiden Punkte verschmolzen und bilden eine dreieckige Platte, an ihrer Spitze noch bogenförmig eingeschnitten, von dem Gewebe der hinteren Fontanelle umgeben."

S. 105. „Resumé. — Das Hinterhauptbein besitzt vier principale Ossificationscentren: 1. die Basis, 2. die Schuppe, 3. und 4. die beiden Condylen."

„Die Schuppe ist gebildet aus drei, manchmal aus vier principalen Punkten und drei accessorischen Punkten."

Nach dem Vorstehenden sind die 3 oder 4 principalen Punkte der Hinterhauptsschuppe: Zwei für die Oberschuppe und zwei, oder nur einer, für die Unterschuppe.

Die 3 accessorichen Punkte der Schuppe sind: 1 Ossiculum Kerckringii und die 2 Punkte in der hinteren Fontanelle (für die Spitzenknochen)."

Für die beiden letzteren Ossificationspunkte in der hinteren Fontanelle, welche spät und keineswegs bei allen Embryonen auftreten, erscheint diese Bezeichnung als „accessorische" Punkte wohl gerechtfertigt. Der Grund, warum die Herren Rambaud und Renault das Ossiculum Kerckringii auch in diese Gruppe der accessorischen Bildungen einbeziehen, ist jedoch nicht ersichtlich. Nach ihrer Darstellung wäre dieses Knöchelchen ein beständiger und daher doch wohl principaler Bestandtheil der Schuppe. Er wird S. 103 und 104 als „nach dem 3. Monat" auftretend bezeichnet und auf Taf. VII, Fig. 2 an einem Hinterhauptsbeine von einem 4 Monate alten Fötus abgebildet und folgendermassen beschrieben:[2])

„Das Kerckring'sche Körnchen ist zwischen den beiden Condylen aufgetreten. Es findet sich etwa in der Mitte des Knorpels, welcher die Schuppe von den Gelenktheilen trennt.

[1]) Abbildnng Tafel VII, Fig. 1.

[2]) Abbildung E.

In dieser Abbildung hat es die Gestalt eines Körnchens (graniforme), von dem unteren Abschnitt der Schuppe durch Knorpel getrennt. An der Reihe der gegebenen Abbildungen kann man verfolgen, dass das Körnchen sich meistens verlängert, die Form einer styletförmigen Apophyse annimmt und sich zwischen die beiden Hälften der unteren Partie der Hinterhauptsschuppe einsenkt; vermuthlich findet dieses nur statt, wann sich die Hinterhauptsschuppe aus 4 Ossificationscentren entwickelt. — Dieses Knochenstylet wird den unteren Theil der Crista occipitalis interna bilden." Fig. 62 c, K.

Herr R. Virchow hat, wie schon oben[1]) erwähnt, in den „Untersuchungen über die Entwickelungen des Schädelgrundes" und in der für unsere Frage epochemachenden Abhandlung: „Das Os Incae s. epactale" [2]) 1875 auch die Entwickelungsgeschichte des Hinterhauptbeins eingehend behandelt, unter kritischer Sichtung der gesammten älteren Literatur. Er fasst seine darauf bezüglichen Anschauungen und Ergebnisse in die kurzen Worte zusammen: „So kämen wir also zu 4 regelmässigen Knochenkernen, 2 für das obere und 2 für das untere Stück der Schuppe, wozu als 5. das Manubrium tritt." [3]) Herr Virchow hat in dieser Untersuchung die bis dahin in sehr schwankender Weise gehandhabten Bezeichnungen der verschiedenen Anomalien der Hinterhauptsschuppe scharf präcisirt. Dadurch wurde erst eine statistische Aufnahme der einzelnen Bildungen ermöglicht, worin Herr R. Virchow selbst, gestützt auf ein sehr umfangreiches Material von Menschenschädeln der verschiedenen Rassen, vorgegangen ist.

Von den folgenden, zum Theil von Herrn Virchow angeregten Untersuchungen, sind vor allem zwei von besonderer Wichtigkeit, welche die frühesten Stadien der Knochenentwickelung der Hinterhauptsschuppe, auf neue Originaluntersuchungen gestützt, eingehend behandeln, von den Herren Fr. Bessel-Hagen, einem Schüler des Herrn K. von Kupffer, und C. Toldt.

Ich theile im Folgenden die wichtigsten Ergebnisse dieser beiden Untersuchungen mit. **Bessel-Hagen,** Fritz: [4]) „Vorläufige Mittheilung über die Entwickelungsgeschichte des menschlichen Occiput und die abnormen Bildungen des Os occipitis."

Die Hauptsätze der Abhandlung sind:

Ein Präparat eines elfwöchentlichen Embryo. [5]) „Hier wird die (knorpelige) Occipitalplatte von einem schmalen Bogen gebildet, der die beiden den späteren exoccipitalia entsprechenden seitlichen Regionen derart verbindet, dass zwischen dem Knorpelbogen und dem foramen occipitale magnum noch eine viereckige relativ ansehnliche Lücke freibleibt. Dieselbe ist durchaus häutig und insofern von besonderem Interesse, als hier ja das Manubrium squamae occipitalis (Ossiculum Kerckringii) seinen Bildungsherd finden muss. Innerhalb des genannten Knorpelbogens ist in zwei horizontal auslaufenden, von einander ganz getrennten Knochenkernen die erste Anlage der squama inferior ossis occipitis zu erkennen", die sich „äusserst schnell" vereinigen. „Sobald die Unterschuppe ein compactes Aussehen erhalten hat, erscheinen dicht über ihr die auch Kölliker bekannten ersten Kerne der Oberschuppe, in schmalen halbmondförmigen und weitmaschigen Streifen, die sich in der

---

[1]) Berlin 1857.

[2]) Ueber einige Merkmale niederer Menschenrassen am Schädel. Abhandl. der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1875. S. 60, 117. Hier die gesammte ältere Literatur.

[3]) Die Bezeichnung Ossiculum Kerckringii geht auf Topinard, Eléments d'anthropologie général 1885 zurück.

[4]) Monatsbericht der kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1879, Sitzung vom 3. März. S. 264—272. Von Herrn R. Virchow vorgelegt.

[5]) l. c. S. 265.

11. oder 12. Woche vereinigen. Noch in der 12. oder 13. Woche tritt über dem zweiten Paar der Knochenkerne ein drittes und lateralwärts von diesem, fast zu derselben Zeit, ein viertes Paar Kerne auf, welche seitwärts über die Unterschuppe hinausragen. Die medialen Kerne verwachsen schnell mit denen des zweiten Paares, sind aber Anfangs noch durch weitere Maschen und zarteres Knochengewebe von ihnen zu unterscheiden, wie denn auch seitliche Einkerbungen auf die gesonderte Entstehung der einzelnen Partien hindeuten."

„Zu gleicher Zeit senden die basalen Theile der Oberschuppe von ihren lateralen Maschen aus einzelne Knochenbälkchen über die endochondral ossificirende Unterschuppe abwärts, wo sie sich netzartig nach unten und medialwärts weiter ausbreiten und schliesslich unterhalb der („schon in der 11. und 12. Woche bisweilen zipfelförmigen") Protuberanz ineinander fliessen, um so nach und nach die ganze periostale Aussenplatte der squama inferior zu bilden. Allmählig schreitet nun auch die Verknöcherung der linea nuchae superior von den Seiten her gegen die lange offen bleibende Protuberanz vor. Am längsten bleiben noch die lateralen Kerne isolirt und erst in der 14. Woche verschmelzen sie an ihren medialen unteren Ecken mit den angrenzenden Theilen der Schuppe. Bei der weiteren Vereinigung der einzelnen Theile verwächst das dritte Paar (partes mediales) mit dem vierten Paar (partes laterales) vollständig bis auf leichte Einkerbungen, die sich am oberen Schuppenrande noch bis in die 18. Woche erhalten; dagegen bleiben die Spalten zwischen dem zweiten (partes basales squamae superioris ossis occipitis) und vierten Paar (partes laterales) bis in das extrauterine Leben hinein offen und bilden die bekannten suturae mendosae s. occipitales transversae, die von Virchow und Kölliker abweichend von der oben gegebenen Erklärung gedeutet werden. Die Verwachsung der beiden medialen Kerne mit einander beginnt ungefähr in ihrer halben Höhe und schreitet, indem oben eine mediale Fissur nachbleibt, gegen die basalen Theile vor. Demnach bleibt also eine Zeitlang oberhalb der Protuberanz, zwischen dem zweiten und dritten Knochenpaar, eine zunächst rhomboidale Lücke und noch recht lang, bisweilen sogar bis zur Geburt, ein kleines rundes Loch bestehen." — — „Soweit ist der Process in der 14. und 15. Woche vorgeschritten. Die ganze Hinterhauptsschuppe ist einheitlich, sämmtliche Knochenstrahlen gehen jetzt radiär von der Protuberanz aus." — — „Hebt man in diesem Stadium der Entwickelung eine Hinterhauptsschuppe aus ihrem Lager in der membrana cranii heraus und betrachtet sie von innen, oder besser noch bei durchfallendem Licht, so bemerkt man sofort die ausserordentliche Dicke der scharf abgegrenzten Unterschuppe", die sich aus Knorpelverknöcherung gebildet hat. „Die ganze Oberschuppe, d. h. also der Complex des zweiten, dritten und vierten Paars, aus einfacher Hautverknöcherung hervorgegangen, erscheint dagegen äusserst dünn und zart; seitlich schneiden in ihre untere Hälfte als feine Spalten die Suturae mendosae ein, so dass dadurch meine Definition dieser Fissuren bewiesen wird, dass sie keineswegs, wie bisher angenommen wurde, Ober- und Unterschuppe von einander trennen, sondern vielmehr nur die Grenze zwischen den basalen und den übrigen Theilen der Oberschuppe bilden."

„Nunmehr erhält die Schuppe nach und nach die an Kinderschädeln bekannte Form, d. h. oberhalb der eigentlichen in Folge der periostalen Verknöcherung undeutlich werdenden Protuberanz wölben sich die basalen Theile der Oberschuppe stark nach aussen, indess die Unterschuppe in ihrer unteren Hälfte eine mediane Knickung und bisweilen bei weiterem Wachsthum in Folge der membranösen Lücke hinter dem for. occip. magn. auch einen medianen Spalt erhält. Am häufigsten aber tritt statt dessen eine Bildung auf, die von Virchow das Manubrium squamae occipitalis (Ossiculum Kerckringii) genannt worden ist. Es war oben erwähnt, wie von der Oberschuppe aus und zwar von den Seiten her ein Netzwerk feiner, durch periostale Ossification gebildeter Knochenbälkchen sich über die squama inferior hinschob. Und in gleicher Weise, wie sich von aussen eine durchaus periostale Platte bildet, die am unteren Schuppenrand sehr wohl von dem endochondral verknöcherten Theil zu unterscheiden ist, erhält auch die innere Fläche eine periostale Bekleidung. Beide periostale Platten wachsen nun allmählig, indem sie sich aneinander legen, zapfenförmig in die membranöse Partie hinter dem for. occip. magn. hinein und bilden so den genannten und mannigfach gestalteten Fortsatz.

Das Manubrium entsteht demnach, meinen Untersuchungen zufolge, nicht aus einem eigenen Kern, wie Virchow glaubte, vor allem aber nicht durch endochondrale Ossification, und wenn es auch Fälle gibt, in denen es isolirt auftritt, so hat man sie doch als äusserst selten zu den Unregelmässigkeiten zu zählen."

„Daraus ergibt sich eine neue Deutung des Os Incae. Nach Virchow sollte dasselbe allein die Oberschuppe bilden und die ganze unterhalb der sutura transversa sich befindende Partie aus dem Chondrocranium entstanden, also als Unterschuppe anzusehen sein. Dass dieselbe sich über die Linea nuchae superior hinauferstreckt, rechnete er (Virchow) einem verstärkten Wachsthum in Folge der offen bleibenden Quernath zu. Nach meinen Untersuchungen dagegen kann das Os Incae nur ein Theil der Oberschuppe sein, da es dem vereinigten dritten und vierten Paar der Kerne entspricht, das ebenfalls aus membranöser Verknöcherung entstandene zweite Paar aber stets im Verbande mit der Unterschuppe verbleibt und den Abschnitt zwischen der linea nuchae superior und der sutura transversa einnimmt." Es erklärt das auch Fälle, „wo die sutura transversa (wie bei Virchow's Fällen) ausserordentlich hoch liegt".

„Als zweites Resultat ergibt sich, dass die bei Erwachsenen und Embryonen analog gebildeten Ossa triquetra („Spitzenknochen" Virchow's) mit den Paaren der regulären Knochenkerne nichts zu schaffen haben. Wie embryonale Präparate von 20 bis 22 Wochen und die in gerader Linie und horizontaler Richtung lateralwärts über die Basis des Ossa triquetra hinausragende sut. lambd. beweisen, haben wir sie einfach als früh angelegte accessorische Kerne, als Fontanellknochen anzusehen, die bereits zu der Zeit, als die Oberschuppe nach oben hin noch von einer geraden Linie begrenzt wurde, entstanden sind. Aus später auftretenden accessorischen Kernen können nur die bekannten und natürlich viel kleineren Fontanellknochen hervorgehen." —

Die Untersuchungen des Herrn C. Toldt[1]) über die Entwickelung des Hinterhauptbeins wurden im Jahre 1882publicirt. Ich citire wieder wörtllch: „Hinterhauptsbein." Es geht aus mehreren selbständigen Verknöcherungsherden hervor, von denen die für den oberen Theil der Schuppe als sogenannte Deckknochen entstehen, während die übrigen durch intracartilaginöse Ossification in dem Chondrocranium sich bilden."

„Schuppentheil. Zu Ende der 8. oder Anfang der 9. Woche ist der Beginn der Verkalkung in der knorpeligen Anlage der Schuppe bemerkbar, und zwar entweder an zwei symmetrisch neben der Medianlinie gelegenen Stellen oder in einem querweg über die Mittellinie gehenden schmalen Streifen. Der erste Fall, in dem also für die primäre Anlage der Schuppe zwei Verknöcherungsherde vorhanden sind, ist, wie es scheint, der bei weitem häufigere; doch erfolgt schon jedenfalls in der 10. bis 11. Woche ihre Verschmelzung in der Medianlinie. In der 12. Woche beginnt dann oberhalb dieses intracartilaginösen Verknöcherungsherdes in kurzem Abstande von demselben die Auflagerung von netzförmig verzweigten Knochenbälkchen an der äusseren Oberfläche des häutigen Primordialcraniums. Dieselben formen einen schmalen, quer über die Medianlinie wegziehenden Knochenstreifen, dessen seitliche Theile sich bald der Fläche nach ausbreiten, während die mittlere Partie nur langsam wächst; es kommt so zur Bildung eines zweilappigen Knochenplättchens, dessen unterer Rand bald mit dem unteren intracartilaginös entstandenen Theil der Schuppe in einer queren, etwas erhabenen Linie zusammenstösst und mit diesem verschmilzt. Zu den beschriebenen, gewissermassen centralen Verknöcherungsherden der Schuppe kommen im Verlaufe des 3. Monats noch accessorische hinzu. Sie entstehen durchweg intermembranös und zwar je eines lateralwärts neben dem bereits bestehenden intramembranösen Knochenplättchen und nicht selten ein drittes unpaariges oberhalb desselben in der Medianlinie.[2]) In der grossen Mehrzahl der Fälle erfolgt eine theilweise Verschmelzung

[1]) C. Toldt, Die Knochen in gerichtlicher Beziehung. Maska, Handbuch der gerichtl. Medicin. Bd. III, S. 515.

[2]) Doch wohl das IV. Paar der Meckel'schen Ossificationspunkte.

aller dieser Knochenherde schon im Verlauf des 4. Embryonalmonats; nur selten bleibt der unpaare zu oberst gelegene auch weiterhin isolirt und gibt dann zur Entstehung des Os interparietale[1]) Veranlassung. Zwischen dem unteren Rande der lateralen Knochenplättchen und dem seitlichen Rand des erstgebildeten intermembranösen Knochenplättchens erhält sich durch längere Zeit jederseits eine quere oder schräg gestellte Spalte, welche unter dem Namen der Sutura mendosa — auch Sutura (Fissura) transversa occipitis — bekannt ist[2]). Sie ist bei verschiedenen Individuen von verschiedener Länge und erhält sich gewöhnlich bis ins 3. oder 4. Lebensjahr. Nicht gar selten sind ihre Reste auch noch an ausgewachsenen Schädeln nachweisbar. Eine bestimmte Beziehung dieser Knochenspalten zu den Nackenlinien besteht nach meinen (Toldt's) Beobachtungen nicht. In vielen Fällen laufen sie allerdings in einer Flucht mit der Linea nuchae suprema, in anderen Fällen aber über oder unter derselben oder in einer von ihr abweichenden Richtung. Die Vergleichung einer grösseren Zahl embryonaler und kindlicher Schädel scheint mir in überzeugender Weise darzuthun, dass die Ausbildung der Nackenlinien und ebenso des Torus occipitalis ganz unabhängig von den Suturae mendosae ist, vielmehr mit den Wachsthumsverhältnissen der Muskeln und Fascien des Nackens in Zusammenhang steht, wie ja Aehnliches auch für die Schläfenlinien u. s. w. gilt. Hingegen ist die als seltene Varietät vorkommende Quertheilung der Hinterhauptsschuppe[3]) gewissermassen als ein Durchgreifen dieser queren Spalten, beziehungsweise als eine bleibende Trennung der beiden symmetrischen intermembranösen Knochenherde zu betrachten. Eine dritte bei embryonalen Schädeln gewöhnlich vorkommende Spalte schneidet die Spitze der Schuppe in der Medianlinie ein. Sie entspricht dem Zwischenraume zwischen den symmetrischen Lappen des erstentstandenen intermembranösen Knochenherdes und pflegt zwischen dem 7. und 10. Embryonalmonate am grössten zu sein. Nicht selten verstreicht sie noch gegen Ende der embryonalen Periode, gewöhnlich aber in den ersten Wochen nach der Geburt. Als ein Residuum bleibt kürzere Zeit nachher eine seichtere oder tiefere Furche in der hinteren Schuppenfläche bestehen.“ — —

„Es ist noch zu bemerken, dass die embryonale Schuppenanlage sich späterhin noch in zweifacher Weise ergänzt, einmal durch die Verschmelzung mit den hinteren, schaufelförmig verbreiteten Abschnitten der Gelenktheile und dann durch das Hinzutreten eines selbständigen kleinen Knochenkerns[4]) an der hinteren Umrandung des grossen Hinterhauptloches. Dieser letztere zeigt sich zuerst im 7. Monat als ein schmales Stiftchen, nimmt allmählig eine dreieckige Form an und schiebt sich mit seiner Basis zwischen die hinteren Enden der Gelenkfortsätze ein. Dies geschieht in der Mehrzahl der Fälle so, dass die Schuppe sich ausschliesslich durch seine Vermittelung an der Begrenzung des Hinterhauptloches betheiligt. In manchen Fällen fehlt dieser accessorische Knochenkern oder erreicht nur eine geringe Entwickelung und ist bereits zur Zeit der Geburt von ihm nichts mehr zu entdecken; in anderen Fällen aber zeigt er noch im 4. bis 5. Lebensmonate eine gewisse Selbständigkeit und ist nur mit seiner Spitze an die Schuppe angewachsen.“ —

Auf die durch Herrn R. Virchow gegebene erneute Anregung sind auch die beiden, im Vorstehenden schon gewürdigten umfangreichen statistischen Untersuchungen über die individuellen Variationen der Bildung der Hinterhauptsschuppe des Menschen zurückzuführen: die meinige 1877[5]) und die des Herrn Anutschin 1880

---

[1]) Herr C. Toldt versteht hier sonach unter „Interparietale“ wie Meckel nur den oder die Spitzenknochen.

[2]) Auch nach Herrn C. Toldt verläuft die Sutura mendosa sonach (nicht zwischen Haut- und Knorpelknochen, sondern) vollkommen „intermembranös“.

[3]) Nach C. Toldt sonach zu unterscheiden von dem oben erwähnten Os interparietale.

[4]) Ossiculum Kerckringii.

[5]) Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern. München, Th. Riedel. Bd. I, s. auch Beiträge zur Anthropol. u. Urgesch. Bayerns. Bd. I, 1877, S. 68, Taf. XXII, Fig. 5—7.

publicirt. Herr Anutschin brachte auch eigene entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen, in welchen er sich im Wesentlichen an die Herren Rambaud und Renault sowie Herrn R. Virchow anschloss, besonders hervorzuheben ist, dass er das IV. Meckel'sche Paar der Ossificationscentren der Oberschuppe anerkennt.[1])

Neue Gesichtspunkte treten in der folgenden immer noch sehr reichen Literatur über unseren Gegenstand nicht hervor, die Discussion dreht sich in der Hauptsache um die Fragen nach der Zahl der als principal anzusprechenden Ossificationscentren der Oberschuppe und mehr und mehr tritt wieder eine Anschauung in den Vordergrund, welche wir als Vor-Meckel'sche bezeichnen können, nach welcher in den individuellen Variationen der Hinterhauptsbildung des erwachsenen Menschen im Wesentlichen nur den Worm'schen Knochen oder Nathknochen entsprechende Anomalien gesehen werden wollten. In dem oft citirten Werke des Grafen von Spee, Kopf, ist die neuere Literatur sorgfältig zusammengestellt, dort ist darüber nachzusehen. Die Herren Nicolai, Sappey, Chambellan, Hannover, sahen von den zahlreichen Ossificationscentren der Oberschuppe nichts, d. h. nur einen; Herr Lucy lässt den Hautknochenabschnitt der Schuppe aus zwei Knochenstückchen entstehen, an welche sich noch eine Anzahl ganz kleiner in ihrer nächsten Umgebung auftretender Knochenpünktchen anschliessen, den allgemeinen Wachsthumserscheinungen der Hautknochen des Schädels entsprechend. —

Bedeutsamer haben in der zweiten Hälfte der 80er Jahre italienische Forscher eingegriffen, wodurch eine gewisse Umgestaltung der Frage erfolgte, welche durch eine sehr eingehende Untersuchung des Herrn H. Stieda auch in die deutsche Literatur eingeführt worden ist.[2]) Durch H. Stieda's Angaben erscheint auch der betreffende Abschnitt bei Graf von Spee entscheidend beeinflusst, so dass hier etwas näher darauf eingegangen werden muss.

In den Darstellungen der Italiener: der Herren Chiarugi, Bianci, Ficalbi, Marimó, Mingazzini u. A. und sehr entschieden Sergi wird ein vergleichend anatomischer Gesichtspunkt Meckel's, welcher, von ihm selbst nur gelegentlich erwähnt, bei seinen Nachfolgern ganz in den Hintergrund getreten war, in gewissem Sinne wieder neu belebt.

Nach dem Meckel'schen Schema bildet sich die Oberschuppe des Hinterhauptbeins aus zwei Reihen von über einander liegenden Ossificationscentren. Die obere Reihe besteht aus zwei Ossificationscentren (R. Virchow's Spitzenknochen), die untere aus vier. Es besteht danach nicht nur eine Theilung der Oberschuppe in sagittaler Richtung, sondern auch eine Quertheilung, welche eine obere, aus zwei Knochenpunkten bestehende Partie von der unteren, aus vier solchen bestehenden, abschneidet. Gerade auf diese horizontale Trennung legte Meckel, da ihn ja überhaupt die „Spitzenknochen" vorzüglich beschäftigten, besonderen Werth.

An der Stelle, wo Meckel in seinem System der vergleichenden Anatomie[3]) das „Zwischenscheitelbein", Interparietale, der Säugethiere behandelt, sagt er (1825):

---

[1]) Russisch. Ueber einige Anomalien am Menschenschädel mit besonderer Rücksicht auf das Vorkommen der Anomalien bei verschiedenen Rassen. Moskau 1880.

[2]) S. b. H. Stieda l. c. S. 65.

[3]) l. c. II. Bd., 2. Abth., § 183, S. 507, 509.

„Inwiefern vielleicht da, wo dieser Knochen zur normalen Entwickelung gehört, die Neigung zu seiner Vervielfachung nach vorn in der Längsrichtung stattfindet, kann ich nicht mit Gewissheit bestimmen, doch sah ich bei mehreren Bibern, Didelphen, Katzen, Hunden einen oder mehrere nicht unbeträchtliche Knochen vor ihm, da doch gerade in der Pfeilnath beim Menschen Nathknochen verhältnissmässig selten sind."

„Bei einigen Thieren scheint es selbst Regel zu sein, dass er sich von vorn nach hinten und von einer Seite zur andern vervielfältigt oder spaltet. Namentlich gehören hierher die Einhufer.[1] Ich fand wenigstens immer in früheren Perioden, von hinten nach vorn auf einander folgend, einen weit grösseren und zwei weit kleinere Paare, dreieckige in der Mittellinie zusammenstossende Beine. Bei einem dreimonatlichen Fötus liegen noch alle ganz frei, bei einem anderen, wenig von der Zeit der Reife entfernt, sind die vorderen durch das starke Wachsthum vorzüglich der Scheitelbeine aussen fast ganz verdeckt, doch noch deutlich von einander und dem hinteren trennbar. Sie verwachsen erst unter einander und mit dem hinteren, dann aber zusammen mit den Scheitelbeinen." — — „Andeutungen von den kleineren (resp. oberen) Knochen dieser Art finden sich höchst wahrscheinlich immer bei der Entwickelung des menschlichen Hinterhauptbeins in kleineren, oberhalb der Hinterhauptsschuppe vorhandenen.[2]) Alle diese einzelnen Knochenstücke verschmelzen aber beim Menschen weit früher, schon in den ersten Monaten des Fötus, wenngleich ihr häufiges Beharren bei ihm, und das gerade zwischen Scheitel- und Hinterhauptsbein auch bei ihm stattfindende Vorkommen anderer Knochen offenbar auf's Deutlichste nach dem Typus jener Thiere geschieht."



Fig. 63.
Hinterhauptschuppe eines Pferdeembryo. Interparietale (= Oberschuppe) vollständig von der Unterschuppe getrennt, über dem ungetheilten Interparietale eine dreieckige „kleine Fontanelle" ohne Präinterparietale.

Herr Chiarugi nennt die bei Pferden dem Interparietale vorgelagerten Knöchelchen: Präinterparietalia, unsere Fig. 61 a, b, c, und identificirt mit diesen nicht nur die aus dem Meckel'schen IV. Paare hervorgehenden „Spitzenknochen", sondern auch die beiden, dem II. Meckel'schen Paare entsprechenden, in der Mitte der Oberschuppe gelegenen Stücke (Os Incae medium dimidium dextrum et sinistrum).

Die Oberschuppe, das Interparietale, soll auch nach der Meinung des genannten Forschers in der Regel aus zwei Ossificationspunkten gebildet werden. Inconstant, nur in einigen Fällen kämen aber noch zwei Punkte hinzu, meist über dem Interparietale gelegen, den bei den Einhufern über dem Interparietale gelegenen Verknöcherungscentren entsprechend. Herr Chiarugi beschreibt[3]) den Schädel eines ausgetragenen menschlichen Fötus, bei welchem die zwei Präinterparietalia zwischen die zwei Knochencentren des Parietale in der Mitte eingeschaltet gewesen seien. Fig. 64. Die Oberschuppe bestand aus zwei, an ihrer Basis mit der Unterschuppe verwachsenen „Präinterparietalknochen", jederseits befand sich ein „halber Interparietalknochen". Von den „halben Interparietalknochen" war aber nur der rechte ganz durch Näthe von der Umgebung getrennt, der linke war mit der Unterschuppe in seinem mittleren Abschnitt verwachsen. Auch die sagittale Trennung der

---

[1]) R. Virchow l. c. S. 61 erwähnt, dass das Interparietale bei den Pferden zuerst 1599 von Ruini nachgewiesen worden sei und anfänglich Os triquetrum oder auch Os quadratum genannt worden sei.

[2]) Es sind hier Worm'sche Knochen der Lambdanathspitze gemeint, nicht die „Spitzenknochen" selbst, welche Meckel ja zur Schuppe rechnet.

[3]) Chiarugi, G., Nuove osservazioni sulle ossa interparietali et preinterparietali, Atti della R. Acad. fisiocritic. di Siena. 1889, S. 31.

beiden „Präinterparietalia“ war übrigens nur eine theilweise. Die Abbildung Fig. 64 gibt den Befund des Herrn Chiarugi nach der von ihm publicirten Originalzeichnung wieder. Fig. 66 das danach abgeleitete Schema. Seiner Ansicht nach würde die typische Lage der „Präinterparietalia“ bei dem Menschen nicht vor sondern in der Mitte zwischen den „beiden Hälften des Interparietale“ sein. Im Wesentlichen stimmen ihm alle genannten Forscher zu, Herr Bianchi glaubt, dass die Präinterparietalia häufiger vor als zwischen den Hälften der Interparietale liegen.

Wie gesagt hat in Deutschland Herr H. Stieda diese Ansicht der Italiener durch seine eingehende und umfassende Studie[1]) popularisirt. Er schliesst sich rückhaltlos den Darlegungen Chiarugi's u. A. an auch bezüglich der Benennungen.

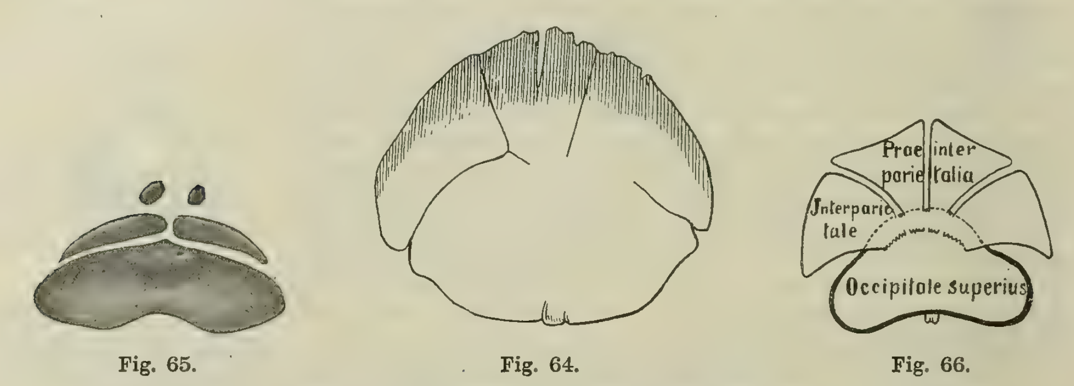


Fig. 65. **Fig. 64.** **Fig. 66.**

Fig. 64. Chiarugi's Abbildung der von ihm beobachteten vielfach eingeschnittenen Hinterhauptsschuppe eines Neugeborenen. Erklärung im Text.

Fig. 65. H. Stieda's Abbildung der ersten Entwickelungszustände der menschlichen Hinterhauptsschuppe (3. Monat).

Fig. 66. Graf von Spee's Schema der Bildung der Hinterhauptsschuppe.

Auf die statistischen Ergebnisse der H. Stieda'schen Untersuchungen wurde schon oben Bezug genommen. Die embryologischen Befunde verdienen wegen der nicht unbeträchtlichen Zahl der zur Beobachtung gelangten Föten aus dem 2. und 3. Monat besondere Beachtung.

Herr H. Stieda hat aus dem 2. Fötalmonat drei Präparate untersucht, aus dem 3. Monat sieben.

Der Wichtigkeit der Untersuchung entsprechend soll wieder wörtlich citirt werden:[2])

„Aus dem 2. Monat standen mir drei Embryonen zur Verfügung und bei keinem derselben war schon von Knochenpunkten an der Schuppe etwas zu finden.“ — — „Aus dem 3. Monat habe ich sieben Embryonen untersucht, die ein sehr verschiedenartiges Bild zeigen. Bei einem Fall von circa 9—10 Wochen bestand die Schuppe schon aus zwei Stücken. Die Unterschuppe bildete ein kleines Dreieck mit abgestumpften Winkeln, die Basis nach oben, die Spitze nach unten gekehrt; darüber lag ein nach oben convex gebogener cylindrischer Streifen,

---

[1]) Die Anomalien der Hinterhauptsschuppe. Aus dem anatom. Institut zu Königsberg i. Pr. Aus 2 Doppeltafeln. Anatomische Hefte. Herausgegeben von Fr. Merckel und R. Bonnet. IV. Heft. (II. Bd., 1. Heft.) Wiesbaden 1892. S. 61—106.

[2]) l. c. S. 72.

die Oberschuppe. In einem anderen Fall von demselben Alter waren drei isolirte Knochenstücke nachzuweisen: die Unterschuppe bestand nämlich aus einem 8 mm breiten, 2 bis 3 mm hohen Theil, der nach oben in der Medianlinie eine deutliche Einsenkung zeigte; der Mitte dieses Stückes sass aussen eine kleine knöcherne Erhöhung auf, wohl die erste Anlage der Protuberantia occipitalis externa. Ueber der Unterschuppe lagen neben einander zwei zarte halbmondförmige Knochenblättchen, mit dem concaven Rand dem unteren Stück zugekehrt und mit letzterem häutig verbunden. Ein ähnliches Bild zeigte sich in zwei weiteren, etwas älteren Fällen; in dem einen jedoch war auch die Unterschuppe durch eine ganz feine, in der Medianlinie von oben nach unten verlaufende Nath noch in zwei gegen einander bewegliche Stücke zerlegt." In einem vierten Fall „aus dem 3. Monat", in Fig. 1, unsere Fig. 65, abgebildet, zeigt sich „eine aus einem Stück bestehende, 10 mm Breite und 2 mm hohe Unterschuppe, die am unteren Rand etwas eingebuchtet ist. Darüber liegen zwei in der Mittellinie aneinander stossende Knochendreiecke, unter einander und mit dem erstgenannten Stück noch nicht verwachsen. Ueber diesen endlich liegen noch zwei Stecknadelkopf grosse Knochenstückchen (das linke etwas grösser als das rechte), also eine dritte symmetrische Anlage. In einem anderen Falle (von circa 12 Wochen) waren diese erstgenannten Knochenstückchen ebenfalls vorhanden, aber zu einem dünnen viereckigen Blättchen unter einander verwachsen. Ich glaube nicht fehl zu gehen, (so schliesst H. Stieda diese Mittheilung), wenn ich diese Bildung dem dritten (resp. vierten) Knochenkernpaare Meckel's und seiner Anhänger und dem Präinterparietale Chiarugi's gleich stelle, das ich hier also schon im dritten Monat unter sieben Fällen zweimal gefunden habe". „Die Unterschuppe bestand in sechs von den sieben Fällen aus einem einheitlichen Knochenstück; in einem Fall jedoch aus zwei seitlichen Stücken."

Die Ergebnisse seiner gesammten Untersuchung fasst Herr H. Stieda kurz zusammen: „am Anfang des dritten Monats sind an der Schuppe die ersten knöchernen Bestandtheile zu erkennen, und zwar entstehen erst zwei Knochenpunkte, die unmittelbar darnach mit einander verwachsen und die Unterschuppe bilden. Zugleich oder gleich darauf treten zwei Knochenpunkte der Oberschuppe auf, die sich aber meist erst am Ende des dritten Monats unter einander und mit der Unterschuppe vereinigen. Vom vierten Monat an ist die Schuppe einheitlich und es erfolgt nur noch eine weitere Ausbildung derselben. Diese vier Knochenpunkte sind constant und noch beim Neugeborenen theilweise an einem oberen und zwei seitlichen Einschnitten zu erkennen". „Unter Umständen kommen dann noch accessorische Knochenpunkte hinzu und zwar können vom dritten Monat an die sogenannten „Präinterparietalia" auftreten und vom Anfang des fünften Monats an das Ossiculum Kerckringii (in 17 Fällen 5 mal gefunden)."

Nach der vorstehenden Darstellung der Ergebnisse wäre Herrn H. Stieda die Beobachtung des IV. Meckel'schen Ossificationscentren-Paares, resp. der ersten Anlage der „Präinterparietalia" und „Spitzenknochen", schon in sehr früher Zeit gelungen, deren Auftreten sonst von keinem Beobachter schon im 3. Fötalmonat gesehen worden war. Die Herren Rambaud und Renault sahen die Spitzenknochen erst im 5. Monat, dagegen das Ossiculum Kerckringii schon am Ende des 3. Monats.

Ich glaube nicht zu irren, wenn ich die betreffenden beiden oberen Knochenkerne H. Stieda's mit dem III. Paar der Ossificationscentren Bessel-Hagen's identificire, welche aber nicht dem Präinterparietale (Spitzenknochen) sondern dem „Interparietale" selbst zugehören und nicht dem IV. Meckel'schen Paare entsprechen, wie Herr H. Stieda annimmt. —

Graf von Spee,[1]) dessen vortreffliches Buch über den „Kopf" wir im Vorstehenden schon so oft citiren mussten, fasst das Ergebniss seiner kritischen Studien in folgende Worte:

[1]) l. c. S. 98.

Die Hinterhauptsschuppe zerfällt genetisch in a) die der Schädelbasis zugehörende „knorpelig vorgebildete Occipitale superius, untere Schuppenhälfte, Unterschuppe, und b) einen der Schädeldecke angehörenden Theil, obere Schuppenhälfte, Oberschuppe, Os Interparietale, der als Deckknochen (symmetrisch) auftritt, der Regel nach schon gegen Ende des 3. Monats fötaler Entwickelung mit dem erstgenannten verwächst, in Ausnahmefällen oder als Rasseneigenthümlichkeit (bei den Altperuanern, v. Tschudi) beim Menschen zur Zeit der Geburt, noch einen selbständigen Knochen (Os transversum, triquetrum, epactale, Os inkae) darstellend".

„Das Os interparietale ist ein typischer Knochen des Säugethierschädels, der constant in der oberen Hälfte der Schuppe sich findet. Zwischen ihm (Interparietale) und dem Parietale finden sich vielfach Schaltknochen eingestreut, schon während der Entwickelung. Man hat nun von diesen die beiden jederseits zunächst der Sagittalnath gelegenen als Präinterparietalknochen (Chiarugi) bezeichnet, Knochen, die bei Säugethieren öfters und bei Pferden regelmässig vorkommen (Gruber). Jedenfalls trifft man sie beim Menschen durchaus ungewöhnlich und man ist zunächst nicht berechtigt, dieselben mit den als constant erkannten Componenten der menschlichen Hinterhauptsschuppe in eine Reihe zu stellen. Ihr relativ öfteres Auftreten beim Menschen gegenüber Thieren führt Ficalbi[1]) zu der Vermuthung, dass die Präinterparietalknochen neue, noch im Entstehen begriffene und desshalb noch nicht fixirte Elemente des menschlichen Schädels seien. — Chiarugi berichtet von einem reifen menschlichen Fötus, dessen Oberschuppe aus zwei hinten mit der Unterschuppe verwachsenen Präinterparietalknochen und jederseits daran je einem Interparietalknochen gebildet ist, von welch letzteren der rechte ganz selbständig, der linke aber am medialen hinteren Ende mit der Unterschuppe bereits verwachsen war. (Fig. 64). Er glaubt hierin ein Beispiel der typischen Zusammensetzung der Hinterhauptsschuppe gefunden zu haben. Demnach wäre beim Menschen die typische Lage der Präinterparietalknochen zwischen den beiden Interparietalknochen am oberen (hinteren) Rande der Unterschuppe (Occipitale superior), Schema Figur 65. — Jedes Interparietale und, wenn es auftritt, auch jedes Präinterparietale entsteht aus einem eigenen Knochenpunkt. Die Oberschuppe entsteht demnach aus mindestens zwei, manchmal aber vier Knochenpunkten. Die Interparietalknochenpunkte treten um die 12., die inconstanten Präinterparietalknochenpunkte nicht vor der 16. Woche auf", also nicht wie Herr H. Stieda gesehen im 3. sondern erst am Ende des 4. Monats.

Warum diese Knochen „Präinterparietalia" heissen, wenn sie doch zwischen den Interparietalhälften liegen, ist nicht ersichtlich und erklärt sich nur dadurch, dass man die in der That vor dem „Interparietale" gelegenen IV. Meckel'schen Knochenkerne (die Spitzenknochen), mit dem doppelten Mittelstück des Interparietale (Meckel's II. Paar) zusammengeworfen hat.

Der neueste Standpunkt, wie er von Herrn Oscar Schultze in dem „Grundriss der Entwickelungsgeschichte des Menschen und der Säugethiere" [2]) vertreten wird, lautet (1897):

„Das Hinterhauptsbein verknöchert im Anfang des 3. Monats und zwar mit einem Knochenpunkte in der Pars basilaris und je einem in den Partes laterales und zwei bald verschmelzenden in der knorpeligen Squama. Zu diesen Knochenkernen gesellt sich dann noch ein anderes, aus zwei Kernen entstehendes Stück, welches ausserhalb des Chondrocraniums als Deckknochen sich aus einem oder aus zwei Ossificationspunkten entwickelt und den oberen Theil der Schuppe bildet. Es verschmilzt später mit dem unteren primordialen Schuppenstück vollständig, so jedoch, dass eine Fissur rechts und links am Rande der Squama in der Höhe der Protuberantia externa längere Zeit hindurch die Vereinigungsstelle andeutet und noch bei Neugeborenen sichtbar ist."

---

[1]) Monitore Zool. Italiano. 1889.

[2]) Bearbeitet unter Zugrundelegung der 2. Auflage des Grundrisses der Entwickelungsgeschichte von A. Kölliker. Leipzig 1897, S. 207 u. 208. Abbild. 176.

In Figur 176, unsere Figur 67: Hinterhauptsschuppe des viermonatlichen menschlichen Embryo mit dem compacten unteren (knorpelig vorgebildeten) und dem oberen als Deckknochen entwickelten Theil. Verg. 5/1 ist zum ersten Mal diese Differenz der beiden Knochenarten naturgetreu dargestellt.

Hier erhalten wir die erste und bisher einzige naturwahre Abbildung des Hinterhauptbeins aus einer früh-fötalen Periode, aus dem 4. Monat. Treu und anschaulich ist die dichte aus dem Chondrocranium entstandene Unterschuppe und die als Hautknochen gebildete Oberschuppe mit ihrem lockeren Maschengefüge der sie zusammensetzenden Knochenbälkchen wiedergegeben. Die Vereinigung der Ober- und Unterschuppe ist noch nicht vollständig. Ein tiefer und breiter sagittaler Einschnitt dringt in der Mittellinie tief in die Schuppe ein und jederseits erkennen wir eine spaltenförmige breite Lücke in dem unteren äusseren Theil der Oberschuppe, welche nach unseren Untersuchungen die Sutura mendosa ist (s. unten).

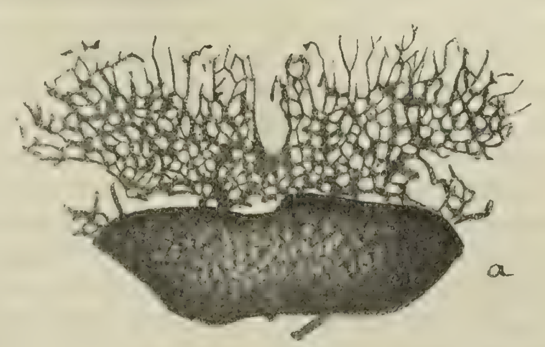


Fig. 67.

Oscar Schultze's Abbildung der Hinterhauptsschuppe eines Embryo im 4. Monat. a Unterschuppe, dichter Knorpelknochen, darüber die Oberschuppe in ihrem zarten Hautknochen-Maschengewebe. In der Mitte von oben einspringend die mittlere Sagittalspalte, welche sich am Ende zum „Centralloch der Oberschuppe“ erweitert. Rechts und links seitlich die noch weite Anlage der Sutura mendosa in der Hautverknöcherung selbst.

Die Abbildung ist nach einem jener unübertrefflich schönen Präparate durchsichtiger Embryonen gezeichnet, welche durch das Verdienst des Herrn O. Schultze eingeführt wurden, und welche auch ich zu den Untersuchungen über die embryonale Entwickelung der Hautknochen benützt habe.

Den Schluss dieser Uebersicht mögen die Angaben machen, welche Herr Julius Kollmann in dem erst vor wenig Wochen an's Licht getretenen vortrefflichen „Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen“ über die Entwickelung der Hinterhauptsschuppe des Menschen macht. [1])

„Die Squama occipitalis des Hinterhauptknochens entsteht normal aus zwei Ossificationspunkten, sodass sie wie andere Belegknochen ursprünglich paarig ist. Zwischen ihr und dem Planum nuchale findet sich noch bei dem Neugeborenen eine vom Rande des Knochens eindringende Spalte. Ist die Verwachsung nicht erfolgt, so kommt es an dieser Stelle zur Bildung einer Nath. Die Squama occipitalis ist dann isolirt und heisst auch Os Incae, Inkaknochen. Sie kann auch in drei Theile, durch Näthe verbundene Massen zerfallen, die man [2]) als Os Incae laterale dextrum, sinistrum und medium bezeichnet. Auch die Spitze des Interparietale kann isolirt bleiben. Man hat aus diesen Erscheinungen geschlossen, dass bisweilen mehr Ossificationspunkte als nur zwei auftauchen können.“

---

[1]) Jena, Gust. Fischer, 1898. S. 258.

[2]) J. Ranke, Beiträge z. som. Anthr. d. Bayern. I. Abschn. (Bd. I) S. 71.

Neue Fragestellung.

So viel wird, wie ich annehmen darf, aus der Durchmusterung der nun über ein Jahrhundert sich erstreckenden eindringenden Untersuchungen der Entwickelungsgeschichte der Hinterhauptsschuppe des Menschen klar, dass eine Uebereinstimmung der berufensten Forscher auf diesem Gebiete noch keineswegs erreicht ist.

Herr R. Virchow schliesst sich, wie die Herren Rambaud und Renault, noch nahe an Meckel an. Unterschuppe und Oberschuppe entstehen nach ihrer Auffassung je aus zwei getrennten symmetrischen „regelmässigen" Ossificationspunkten, entsprechend dem Meckel'schen I. und II. Paar, wozu als fünfter das „Manubrium" (Ossiculum Kerckringii) tritt.

Die beiden seitlichen Ossificationspunkte Meckel's (III. Paar), sowie die in der Mitte über den bisher genannten gelegenen beiden Meckel'schen Punkte (IV. Paar) bezeichnet Herr Virchow als accessorische, also als nicht regelmässige Verknöcherungscentren, trennt aber beide Paare von den Fontanellknochen der hinteren Fontanelle und den Worm'schen Knochen in der Lambdanathspitze und in dem hinteren Ende der Sagittalnath (letztere bezeichnet er als wahre „Interparietalia").

Die Sutura mendosa, welche er als Sutura transversa squamae occipitalis bezeichnet, hält Herr R. Virchow für die ursprüngliche Trennungsspalte zwischen der aus Hautverknöcherung entstandenen Oberschuppe und der aus Knorpelverknöcherung gebildeten Unterschuppe.

Das ist der Ausgangspunkt für die neueren Untersuchungen geworden.

Im Anschluss an das Meckel'sche Schema der vier Paare der Ossificationscentren der Hinterhauptsschuppe lassen sich die Hauptergebnisse der neueren Forscher in folgender Weise gruppiren.

A. **Unterschuppe,** Knorpelknochen.

I. Paar der Meckel'schen Ossificationspunkte.

Obwohl die Bildung der Unterschuppe aus zwei gesonderten „regelmässigen" Ossificationspunkten bisher keineswegs immer oder nur häufig beobachtet worden ist, so treten doch ziemlich alle selbständigen Forscher auf diesem Gebiete für das I. Paar als „wahrscheinlich" der Norm entsprechend ein: Rambaud und Renault, R. Virchow, Bessel-Hagen, Anutschin, H. Stieda, Oscar Schultze. Etwas reservirt spricht sich Herr C. Toldt aus, Herr Hannover lässt nur einen Knochenpunkt gelten.

B. **Oberschuppe,** Hautknochen.

II. Paar. Mit Ausnahme des Herrn C. Toldt erkennen alle die erstgenannten Forscher das II. Paar als gesonderte „regelmässige" Ossifisationscentren an. Nach Herrn C. Toldt ist die erste Anlage der Oberschuppe einheitlich, aber durch einen sagittalen Einschnitt in der Mittellinie, von oben her eindringend, tief zweigelappt. Herr Hannover fand für die ganze Oberschuppe nur einen Knochenpunkt.

III. Paar. Die lateralen Ergänzungsstücke der Schuppe, glauben die Herren Rambaud und Renault, Bessel-Hagen und C. Toldt wieder erkannt zu haben, Herr R. Virchow

nimmt sie hypothetisch als „accessorische" Ossificationscentren an. Im Gegensatz zu Herrn R. Virchow, lehren die Ersteren, dass die „seitlichen Ergänzungsstücke" in der Mitte mit Ober- und Unterschuppe verwachsen und mit ihrem Unterrande sich jederseits an den Oberrand der Unterschuppe anlegen. Zwischen dem Oberrand der „seitlichen Ergänzungsstücke" und dem früher gebildeten Haupttheil der Oberschuppe bleibt, nach ihrer Darstellung jederseits eine breit einschneidende Horizontalspalte: die Sutura mendosa. Diese verläuft danach nicht zwischen Ober- und Unterschuppe, sondern ganz innerhalb der Oberschuppe. Sie ist danach also nicht die alte Trennungsspalte zwischen dem Hautknochen und dem Knorpelknochen, sondern eine Spalte lediglich in dem Hautknochen, der Oberschuppe. Herr Bessel-Hagen formulirt diese Differenz der Anschauungen sehr energisch.

Herr H. Stieda, welcher solche „seitliche Ergänzungsstücke" der Oberschuppe in frühen Stadien, wie Darstellung und Abbildung ergeben, nicht gesehen hat, tritt dagegen wieder überzeugt für die Behauptung ein, dass die Sutura mendosa und die Sutura transversa squamae occipitalis die ursprüngliche Trennungslinie zwischen Ober- und Unterschuppe, zwischen Haut- und Knorpelknochen, sei. Es ist das auch die Meinung der italienischen Forscher, welche, wie es scheint, wesentlich aus Gründen der theoretischen Betrachtung, die Unterschuppe als Occipitale superius und die Oberschuppe (Os Incae) als Interparietale bezeichnen. Herr H. Stieda schliesst sich dieser Anschauung und Benennung an und polemisirt nicht nur gegen Herrn Bessel-Hagen sondern auch gegen Herrn Broca, welcher das Os Incae für einen Worm'schen Knochen erklärt und von dem „Interparietale" unterschieden hat. Auch Graf von Spee gebraucht die Worte: Interparietale und Os Incae gleichbedeutend.

Herr O. Schultze gibt über das III. Meckel'sche Paar nichts an. Ueber seine schöne Abbildung muss unten noch in dieser Beziehung gesprochen werden.

IV. Paar der Meckel'schen Ossificationspunkte.

Ist schon die Uebereinstimmung bezüglich der drei ersten Paare der von Meckel aufgestellten Ossificationscentren der Hinterhauptsschuppe des Menschen eine recht unvollkommene, so herrscht bezüglich der aus dem IV. Paare hervorgehenden Bildungen und über dieses Paar selbst die vollkommene Verwirrung.

J. F. Meckel hat mit seinem IV. Paare die Bildungen erklären wollen, welche, über der übrigen Schuppe gelegen, nach der R. Virchow'schen Terminologie als „Spitzenknochen" bezeichnet werden. Er selbst hatte ihr späteres Auftreten im Lambdawinkel, erst ziemlich lange nach den übrigen Ossificationscentren der Oberschuppe, beobachtet und richtig angegeben. Gerade vor allem dieses spätere und dazu noch inconstante Auftreten veranlasste die Autoren nach Meckel, die betreffenden Bildungen als accessorische zu bezeichnen.

War es schon schwierig, „Spitzenknochen" und „Fontanellknochen" der hinteren Fontanelle von einander zu unterscheiden, so erreichte die Verwirrung den Gipfel, als nach den Angaben Chiarugi's u. A. die Bildungen des IV. Meckel'schen Paares als „Präinterparietalia" theils vor, theils zwischen den Bildungen des II. Meckel'schen Paares, den beiden „halben Interparietalien", gelagert sein sollten. Es ist das um so weniger verständlich, als die Bildung des IV. Meckel'schen Paares, der Spitzenknochen, wie wir zeigen werden, ohne jegliche Schwierigkeit zu beobachten ist, da sie ja, wenn sie sich überhaupt entwickeln, im Allgemeinen erst am schon weit ausgebildeten Fötusschädel, im 5. Bildungs-

monat, auftreten. Herr Chiarugi und seine Anhänger haben die accessorischen Bildungen des IV. Meckel'schen Paares mit den principalen Bildungen, welche sich aus dem II. Meckel-schen Paare entwickeln, zusammengeworfen, obwohl letztere zu den frühesten Verknöcherungen der Schuppe gehören. Die von Herrn Chiarugi an dem Schädel eines ausgetragenen Neugeborenen, 1889 beschriebene und abgebildete Variation der Oberschuppe, Fig. 64, welche ihn auf die Idee brachte, dass die (dem IV. Meckel'schen Paare entsprechenden) „Praeinterparietalia" zwischen den symmetrischen Hälften der „Interparietalia" zu liegen kommen könnten, habe ich schon 1877[1]) an einem erwachsenen Menschenschädel beschrieben und in ihrer typischen Bedeutung für das Meckel'sche Schema fixirt: „Die Oberschuppe ist von der Unterschuppe durch die persistirende Hinterhauptsquernath abgetrennt, die Oberschuppe zerfällt durch die gleichfalls persistirenden drei fötalen Sagittalnäthe — dextra, media und sinistra — in vier Stücke, zwei laterale und zwei mittlere. Die letzteren bilden zusammen ein annähernd viereckiges Mittelstück der Oberschuppe,[2]) die beiden lateralen sind dreieckig mit seitlich und nach abwärts gerichteter Spitze." Diese damals, wie ich glaube, zum ersten Mal gemachte Beobachtung wurde von mir zum Ausgangspunkt für die Beschreibung der zur „engeren Gruppe des Os Incae gehörenden Bildungen" gewählt, da sich in ihm die Meckel'schen Paare II (doppeltes Mittelstück) und III (laterale Stücke) am reinsten und deutlichsten zeigen.

Noch schwieriger wurde die Entscheidung, als im Jahre 1892 Herr H. Stieda die Anschauungen Chiarugi's und der Italiener durch die Beobachtung stützen konnte, dass schon im Laufe des dritten Fötalmonats in der Mitte über der noch symmetrisch getrennten ersten Anlage der Oberschuppe (II. Meckel'sches Paar), ein zweites Paar kleiner Ossificationscentren sich gezeigt habe. Ist diese Anlage mit dem IV. Meckel'schen Paare zu identificiren? Das ist die Frage; und hat Herr Bessel-Hagen das Gleiche gesehen wie nach ihm Herr H. Stieda? Aber Herr Bessel-Hagen kennt neben dem von ihm gesehenen, früh auftretenden, oberen Paar der Ossificationscentren der Oberschuppe (welches er abweichend vom Meckel'schen Schema, als III. Paar der Verknöcherungscentren der Gesammtschuppe bezeichnet) noch die Bildungen des Meckel'schen IV. Paares (der „Spitzenknochen") als spätere accessorische Erscheinungen.

Die Angelegenheit ist sonach heute noch in keiner Weise geklärt.

Und das Gleiche gilt von der vergleichend-anatomischen resp. zoologischen Auffassung der individuellen Bildungen der Hinterhaupts-Oberschuppe und ihrer systematischen Benennung.

Die Identificirung des Os Incae mit dem „Interparietale" stösst auf die Einwendungen der Herren Broca, Bessel-Hagen und C. Toldt, welche die Quernath, welche das Os Incae abtrennt, nicht zwischen Ober- und Unterschuppe, sondern innerhalb der Oberschuppe selbst verlaufen lassen, danach wäre das Os Incae nicht das ganze Interparietale.

Die vortrefflich gewählten und begründeten Benennungen der individuellen Bildungen der Hinterhauptsschuppe durch Herrn R. Virchow, welche erst eine exacte statistische Aufnahme der einzelnen Formen ermöglichten, sind durch die Herren Chiarugi und seine Anhänger nicht nur beseitigt und geändert, sondern auch in ihrer Berechtigung angezweifelt.

---

[1]) l. c. S. 70.

[2]) Das eine derselben zeigt die Quernath unten verstrichen.

Da ist es kein Wunder, wenn der frühere normlose Zustand der Benennungen, welcher alle Verständigung über eine bestimmte Einzelform unmöglich erscheinen lässt, wieder eingerissen ist. In Karl von Bardeleben's „Handbuch der Anatomie des Menschen. Skelettlehre" von Prof. Dr. J. Disse, finden sich S. 18 zwei Abbildungen des erwachsenen menschlichen Schädels, Fig. 12 und 13, zur Demonstration „der Näthe und Nathknochen". In Fig. 15, Schädel mit Näthen im Profil, wird ein grosser, vollkommen trennender Fontanellknochen der vorderen Seitenfontanelle, Schläfenfontanelle, als „Nathknochen" benannt. Fig. 13 zeigt den „Schädel von hinten, gezahnte Näthe, Nathknochen". In der Lambdanath sind links zwei kleinere, rechts ein kleiner Worm'scher Knochen unbezeichnet, ebenso ein kleiner typischer Fontanellknochen der hinteren, kleinen Fontanelle. Dagegen ist ein schön ausgebildetes „laterales Schaltstück der Hinterhauptsschuppe" R. Virchow, mein Os Incae laterale dextrum, als „Nathknochen" bezeichnet. Und im Text steht daneben (S. 18): „Innerhalb dieser Näthe finden sich öfters kleine, isolirte Knochenstücke vor, die Nathknochen (Fig. 12, 13), welche überzählige Skelettheile sind."

Da waren sonach die Bemühungen des Herrn R. Virchow und seiner Nachfolger, in das verwickelte Gebiet der überzähligen Skelettheile, speciell der überzähligen Knochen des Schädels, Ordnung zu bringen, vollkommen umsonst und die Arbeit hat von Neuem zu beginnen.

So kann ich denn dazu schreiten, meine eigenen Beobachtungen vorzulegen, nur das „Manubrium" R. Virchow erfordert vorher noch einige Worte.

V. Manubrium, Ossiculum Kerckringii.

Herr R. Virchow sah das „Manubrium" aus Knorpelverknöcherung hervorgehen wie die Unterschuppe. Das Gleiche scheinen die Abbildungen der Herren Rambaud und Renault zu demonstriren.

Herr Bessel-Hagen findet, dass Hautknochen-Fasern und -Maschen sich von der Oberschuppe auf die Vorder- und Hinterfläche der Unterschuppe begeben und hier (als Periostverknöcherung) bis zum Unterrand fortschreiten und in dem unteren mittleren Einschnitt der Unterschuppe, in dem diesen Einschnitt ausfüllenden häutigen Gewebe, das Ossiculum Kerckringii als Hautknochenbildung entstehen lassen. Die übrigen Autoren theilen über diese Frage keine Beobachtungen mit.

Der Zeitpunkt des ersten Auftretens des Manubrium = Ossiculum Kerckringii wird sehr verschieden angegeben und danach reihen, abgesehen von Herrn R. Virchow, die Autoren das Knöchelchen unter die accessorischen Bildungen der Hinterhauptsschuppe, da es erst spät und nicht regelmässig aufträte.

1. Neue Untersuchungen an Embryonen des 3. Entwickelungsmonats.

Von menschlichen Embryonen des ausgehenden 2. Entwickelungsmonats stand mir nur einer zur Verfügung, welcher für die vorliegende Frage kein Resultat ergeben hat.

Aus dem Verlaufe des 3. Entwickelungsmonats habe ich 10 menschliche Embryonen untersucht. Das Resultat dieser Untersuchung soll im Folgenden mitgetheilt werden.

Die Methode ist die schon beschriebene, durch O. Schultze eingeführte, der: durchsichtigen Embryonen,[1]) welche für alle makroskopischen Skelettuntersuchungen, vor allem

[1]) s. oben S. 326.

aber für den hier vorliegenden Zweck der Untersuchungen der Knochen des Schädeldaches den bisher verwendeten Beobachtungsmethoden in wichtigen Beziehungen überlegen erscheint.

An dem in der That bei wohlgelungenen Präparaten wasserklar-durchsichtigen Cranium treten die ersten Anlagen der Verknöcherung mit vollster Deutlichkeit hervor. Die aus Fäserchen und Maschen, sowie einzelnen Körnchen sich bildenden wahren „Hautknochen“, ein feines Spinngewebe aus Knochensubstanz darstellend, unterscheiden sich ohne weiteres von dem eigentlichen, aus intracartilaginöser Verknöcherung hervorgehenden, Knorpelknochen, welcher von Anfang an dicker, compact, porös, undurchsichtig in Erscheinung tritt. Auch das Gesichtsskelett, welches im Wesentlichen als Knorpel-Belagknochen entsteht, zeigt ein dichteres Gefüge, ist weit weniger durchsichtig als jene Schädelknochen, welche nur eine membranöse Grundlage haben und als Belegknochen an den häutigen Abschnitten des Primordialcraniums erscheinen, welche ich oben als „wahre Hautknochen“ bezeichnet habe.

Das Hauptgewicht ist in den folgenden Beschreibungen auf die Hinterhauptsschuppe gelegt, deren unterer Abschnitt, die Unterschuppe, das Occipitale superius der vergleichenden Anatomie, als wahrer Knorpelknochen aus intracartilaginöser Verknöcherung hervorgeht, während der obere Abschnitt, die Oberschuppe, das Interparietale der vergleichenden Anatomie, ein wahrer Hautknochen, ein Haut-Belagknochen ist. Beiläufig wurden auch andere, für die vorliegende Frage oder, wie das Intermaxillare, im Allgemeinen wichtigere Knochen berücksichtigt.

Darlegung der Beobachtungsergebnisse.

1. Embryo von 39 Millimeter Körperlänge.

Die Anlage der Unterschuppe, des Occipitale superius, zeigt sich in Form von zwei symmetrischen Knorpelverknöcherungen, welche sich in der sagittalen Mittellinie dicht berühren; eine Verschmelzung ist noch nicht eingetreten, die beiden Hälften sind noch gegen einander beweglich. Die Gesammtanlage der Unterschuppe misst (beide Hälften zusammen) in der Querrichtung, von rechts nach links, 7,5 Millimeter. Der Oberrand der



Fig. 68.

Embryo von 39 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe, I. und II. Paar der Ossificationscentren, c. vierfach vergrössert.

Gesammtanlage ist der Hauptsache nach geradlinig, an den beiden seitlichen Enden wölbt er sich etwas in die Höhe und senkt sich dann jederseits zu einer äusseren Spitze ab. Der Unterrand ist in der Mitte stark ausgeschweift, es schneidet von unten eine tiefe, breit beginnende Spalte ein. Seitlich davon bildet der Unterrand je einen nach unten energisch ausgerundeten Seitentheil und verläuft dann jederseits in die seitliche Spitze, welche er mit dem Oberrand formirt.

Innerhalb der Mittelspalte, ganz oben, befindet sich eine kleine Verknöcherung, vielleicht für das Ossiculum Kerckringii.

Die Oberschuppe, Os Interparietale, zeigt die ersten Spuren der Verknöcherung: einzelne, zwei Gruppen bildende, netzartig verbundene zarte Knochenfasern; die Anlage der Oberschuppe ist von der der Unterschuppe durch einen relativ weiten Zwischenraum getrennt, erstere liegt über dem „muldenförmigen" Ausschnitt des Oberrandes der Unterschuppe.

Von der übrigen Verknöcherung des Schädels sei bemerkt, dass das Stirnbein noch niedrig ist und sich nur wenig über die etwas dichter erscheinende, bogenförmig gestaltete Verknöcherung am oberen Augenhöhlenrand erhebt; die Verknöcherung hat die Höhe der späteren Stirnbeinhöcker noch nicht erreicht. Der obere Stirnbeinrand ist etwas zerfasert. Von einer Bildung, welche dem von Rambaud und Renault signalisirten Knochenkern eines Postfrontale (Ihering) entsprechen würde, ist nichts zu bemerken. Die Scheitelbeinanlagen bestehen aus lockeren Knochenfasermaschen. Die Schläfenschuppe ist ebenso erst angelegt, nur der Processus zygomaticus und der Unterrand der Schuppe, welcher sich nach hinten gleichsam geradlinig an den Jochfortsatz der Schuppe anschliesst, sind deutlicher zu erkennen. Dagegen ist die etwas dichter erscheinende Verknöcherung des Gesichtsschädels schon verhältnissmässig weiter fortgeschritten. Die Trennung der Intermaxillaria und Maxillaria aber undeutlich.

2. Embryo von 45 Millimeter Körperlänge.

Während die Hautknochen des Hirnschädels erst feine, mehr oder weniger dicht netzförmig sich verbindende Knochenbälkchen als Anfang der Verknöcherung zeigen, erscheint die Knochenbildung an den Gesichtsschädelknochen schon dichter und schärfer umgrenzt.

Auch das aus Knorpelverknöcherung hervorgegangene Supraoccipitale, die Unterschuppe des Hinterhauptbeins, stellt sich als ein dichtes aber poröses und schon ziemlich dickes knöchernes Gebilde dar, in der Breite 6,5 Millimeter messend. Es besteht aus zwei sagittal durch eine Spalte getrennten, aber dicht aneinander liegenden symmetrischen Hälften: rechtes und linkes fötales Supraoccipitale, Unterschuppe.

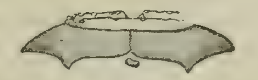


Fig. 69.

Embryo von 45 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe, I. und II. Paar der Ossificationscentren, c. viermal vergrössert.

Der von beiden gebildete Oberrand des fötalen Gesammt-Supraoccipitale, der Unterschuppe des Hinterhauptbeins verläuft in der Mitte geradlinig, an beiden Seiten biegt sich der Oberrand etwas in die Höhe, so dass ein „muldenförmiger" Ausschnitt entsteht. Der aufgebogene Oberrand bildet dann jederseits eine flach-rundliche Wölbung und fällt von da aus schief nach aussen und unten, je zu einer seitlichen Spitze ab.

Der Gesammt-Unterrand des fötalen Supraoccipitale bildet eine im Allgemeinen gerade von rechts nach links, parallel mit dem Mittelstück des Oberrandes verlaufende Grenzlinie, zu welcher sich die Seitenpartien des Oberrandes, jederseits mit ihr eine scharfe Spitze bildend, herabsenken. Der geradlinige Verlauf des Unterrandes wird dadurch unterbrochen, dass sich an der Stelle der Aufbiegung des Oberrandes nach unten ein kleiner zacken-

oder fussartiger Fortsatz, mit seiner Höhenrichtung senkrecht auf die untere Grenzlinie gestellt, beiderseits herabsenkt. Da, wo sich die beiden seitlichen Hälften des fötalen Supraoccipitale in einer senkrecht von oben nach unten gerichteten Spalte berühren, zeigen sich die beiden unteren Ecken der ersteren etwas zugerundet, so dass ein schwacher bogenförmiger Einschnitt entsteht, durch welchen die Trennung schärfer markirt wird. Sonst liegen die gegen einander beweglichen, sich berührenden Ränder der beiden Supraoccipitalnäthe geradlinig dicht aneinander an.

Unter dem mittleren Einschnitt des Unterrandes liegt, etwa $^1/_2$ Millimeter entfernt, ein kleines ovales Knöchelchen, von dem äusseren Ansehen der Verknöcherung des Supraoccipitale, d. h. aus dichter Knochenmasse bestehend. Es ist das die erste Erscheinung des Ossiculum Kerckringii, des Manubrium squamae occipitis Virchow, welches hier nicht aus Hautverknöcherung, sondern aus Knorpelverknöcherung hervorgegangen scheint.

Das Gesammt-Supraoccipitale erscheint hier sonach als ein in seinem Mittelabschnitt linealartiges Knochengebilde, rechts und links mit einer etwas verbreiterten nach aussen gewendeten Spitze mit einem nach unten vorspringenden Haken.

Das Interparietale, die Oberschuppe des Hinterhauptbeins, lässt eine sehr frühe Bildungsform erkennen.

In jenem oben geschilderten muldenförmigen Ausschnitt des Oberrandes des Gesammt-Supraoccipitale erscheinen zwei im Allgemeinen auch linealartig gestaltete Gruppen feinster Knochenbälkchen. Sie sind in der Mitte nahezu 1 Millimeter weit von einander getrennt, werden aber an ihrem Unterrande durch ein einzelnes Knochenbälkchen in lose Verbindung gesetzt. Durch vorsichtigen seitlichen Druck wird nicht nur die mittlere Spalte zwischen den beiden Hälften des Supraoccipitale scharf markirt, auch die beiden seitlichen Hälften des Interparietale zeigen dabei noch ihre Trennung deutlich.

Diese frühe Anlage des Interparietale ist noch ganz auf die muldenförmige Einziehung des Oberrandes des Supraoccipitale beschränkt. Der Unterrand des Interparietale und der Oberrand des Supraoccipitale sind noch durch eine etwas mehr als 1 Millimeter breite Spalte getrennt, dagegen berühren die die seitlichen Spitzen des Interparietale bildenden feinen Knochenbälkchen den oberen aufgebogenen Rand des Supraoccipitale auf der linken Seite.

Von den übrigen Verknöcherungen des Schädels sei bemerkt: das Stirnbein ist jederseits noch ganz niedrig und erhebt sich wenig über den Augenhöhlenrand, an diesem erscheint es dichter, während der Oberrand der Stirnbeinschuppe gleichsam aufgelockert und wie zerfasert aussieht. Die Verknöcherungen des Scheitelbeins und der Schläfenschuppe sind noch äusserst zart und locker. Die Verknöcherung des Gesichtsskeletts ist schon fortgeschrittener und deutlich, da die Knochenanlagen dichter sind als jene der Hautknochen des Schädeldaches. Die Nasenbeine kann ich noch nicht erkennen. Dagegen sind die Intermaxillaria und Maxillaria scharf modellirt. Besonders schön ist jederseits die durch eine ziemlich breite Spalte hergestellte Trennung der aufsteigenden, die Apertura pyriformis umrandeten, Fortsätze des Intermaxillaria von den Maxillaria. Die Intermaxillaria sind in der Mitte vorne getrennt, ihre aufsteigenden Fortsätze umgreifen, ganz wie bei jungen Orangutan, im Bogen die vollkommen runde Apertura pyriformis der Nase bis an die Stelle, an welcher bei älteren Embryonen die Nasenbeine die birnförmige Nasenöffnung oben schliessen.

3. Embryo von 50 Millimeter Körperlänge.

Die Gesammtanlage der Unterschuppe, des Occipitale superius, misst von rechts nach links, in der Querrichtung, 8 Millimeter. Sie wird aus zwei symmetrischen Hälften gebildet, welche sich in der sagittalen Mittellinie dicht berühren, sie sind aber gegeneinander beweglich, wobei die sagittale mittlere Trennungsspalte deutlich sichtbar wird. Der obere Rand ist wieder

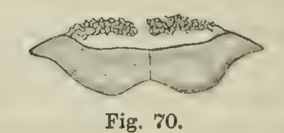


Fig. 70.

Embryo von 50 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe, I. und II. Paar der Ossificationscentren, c. vierfach vergrössert.

in der Mitte geradlinig und wölbt sich jederseits an den äusseren Enden etwas in die Höhe, um dann zu den rechts und links stehenden seitlichen Endspitzen der Gesammtanlage abzusinken. Der Unterrand zeigt jederseits an der Seite einwärts von der genannten Spitze eine ziemlich breite, fussartig nach abwärts gewendete Bildung, das Ganze sieht aus wie der Durchschnitt durch einen Fussschemmel mit breiten Füssen. In der Mitte unter der Trennungsspalte zeigt sich ein kleiner ovalrunder Verknöcherungspunkt von dem Ansehen der Verknöcherung der Unterschuppe, Knorpelknochen, in Figur 70 nicht dargestellt.

Die Anlage der Oberschuppe, Interparietale, ist noch sehr zart, wenig grösser als bei den Embryonen von 39 und 45 Millimeter Körperlänge, symmetrisch rechts und links getrennt, von der Unterschuppe noch relativ weit abstehend, beiderseits aber mit den seitlichen Endfasern die aufgebogenen Stellen des Oberrandes der Unterschuppe berührend. Der Oberrand der beiden Hälften der Oberschuppe beginnt sich zu wölben. —

Von den übrigen Verknöcherungen des Schädels ist das Stirnbein jederseits noch ganz niedrig, es erhebt sich wenig im Bogen über den Oberrand der Augenhöhle, welcher schon eine etwas dichtere Verknöcherung zeigt. Die oberen Randpartien der Stirnbeinschuppe sind gleichsam aufgelockert, Reihen von kleinen Knochenpünktchen und Fäserchen liegen in bogenförmiger Anordnung über dem Rand. Die Hautknochen des Schädeldachs sind noch sehr zart und locker gefügt, namentlich die Scheitelbeine und die noch schmale und geradlinigen Oberrand zeigende Schläfenschuppe. Die Gesichtsknochen erscheinen dichter. Die Trennung der Intermaxillaria und Maxillaria ist noch sehr deutlich, durch eine durchgreifende Spalte. Die Spitze des Intermaxillare reicht jederseits nicht ganz so hoch an der seitlichen Umgrenzung der noch runden „birnförmigen“ Nasenöffnung in die Höhe als der aufsteigende Ast (Processus nasofrontalis) des Oberkiefers (Maxilla). Nasenbeine sind noch nicht zu erkennen.

4. Embryo von 56 Millimeter Körperlänge.

Die quere Ausdehnung der Gesammtanlage der Unterschuppe, Occipitale superius, misst 9 Millimeter. Die Trennungsspalte ist offen, sie liegt etwas nach rechts verschoben. Der Oberrand ist gerade verlaufend, an den Seiten fällt er direct zu den Seitenspitzen der Anlage ab, in der Mitte hat er eine kleine concave Eintiefung, der Trennungsspalte seiner symmetrischen Hälften entsprechend. Der Unterrand ist in der Mitte breit und tief ein-

geschnitten, so dass die Mittelpartie, wo die beiden Seitenhälften der Anlage zusammenstossen, nur schmal ist, von oben her kommt ja auch noch jener kleine concave Ausschnitt an derselben Stelle herein. Die Form des unteren Einschnitts in die Unterschuppenanlage ist parabolisch, oben breit abgerundet, unten sich nach aussen etwas erweiternd. Von hier aus schwingt sich nach rechts und links der Unterrand in einer gleichförmigen Bogenlinie zur seitlichen Spitze der Anlage empor. In der Mitte dieses, von unten in die Unterschuppe eindringenden, weiten Ausschnittes erscheint eine kleine, dichtere Verknöcherung, das Ossiculum Kerckringii, umgeben von einem zarten, nach dem Typus der Hautknochen gestalteten, losen Knochen-Fasergewebe, welches oben sich an die Unterschuppe anlegt und den Ausschnitt derselben ausfüllt und nach unten einen mittleren Zapfen bildet.

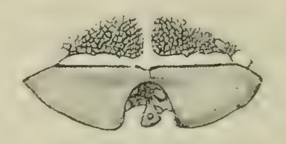


Fig. 71.

Embryo von 56 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe, das Ossiculum Kerckringii durch Hautverknöcherung mit der Unterschuppe verbunden, I. und II. Paar der Ossificationscentren, c. vierfache Vergrösserung.

Die Oberschuppe, das Interparietale, zeigt eine vollkommen symmetrische regelmässige Anlage. Sie stellt zwei halbe Kreissegmente dar, in der Mitte noch weit und vollkommen von einander getrennt. Noch weiter ist die Entfernung der Oberschuppenanlage von der Unterschuppe. Letztere ist noch beträchtlich breiter als erstere. Von den äusseren Ecken der Oberschuppenanlage lösen sich feine Knochenfäserchen los, von welchen sich jederseits eines zur Verbindung mit dem Oberrand der Unterschuppe herabsenkt und beide Anlagen mit einander vereinigt.

Von den übrigen Verknöcherungen des Schädels zeigt das Stirnbein die Verknöcherung schon weiter fortgeschritten, aber der Oberrand der Stirnbeine ist stark aufgelockert und die oberste Umgrenzung gleichsam abgesprengt, so dass diese bogenförmig über die Hauptverknöcherung hinzieht. Besonders am rechten Stirnbein ist das deutlich, so dass eine Art Spalte zwischen den äussersten Randmaschen und dem sonstigen convexen Oberrand des Stirnbeins besteht. Von dem „Postfrontale" ist nichts zu bemerken. Die Anlage der Scheitelbeine ist noch ausserordentlich zart, ebenso die eigentliche Schläfenschuppenanlage. Nur der Jochfortsatz des Schläfenbeins und der gleichsam dessen Fortsetzung nach hinten bildende Unterrand der Schläfenschuppe zeigen, wie das Jochbein selbst, schon dichtere Knochenstructur, wodurch sie sich gewissermassen an die Gesichtsknochen anreihen. Die eigentliche Schläfenschuppe ist noch sehr zart und niedrig mit annähernd geradlinigem Oberrand aus feinsten Hautknochenbälkchen gewoben. Die Gesichtsverknöcherung ist schon weit vorgeschritten, so dass der Oberkiefer schon als relativ mächtige Bildung erscheint. Die Intermaxillaria sind aber noch getrennt, ihre mittlere Trennungsspalte offen, ebenso die Spalte zwischen den aufsteigenden Fortsätzen des Intermaxillare und Maxillare auf beiden Seiten der Apertura pyriformis. Die letztere ist oben von den quer-viereckigen zarten Nasenbeinen gedeckt. Die aufsteigenden Fortsätze der Zwischenkiefer umranden die ganze

noch runde „birnförmige“ Oeffnung bis zu den Nasenbeinen. Das Bild entspricht, wie bei dem vorausgehenden Embryo gesagt, in hohem Grade dem, welches die Zwischenkiefer bei vielen jungen Orangutan aufweisen.

5. Embryo von 65 Millimeter Körperlänge.

Die Verknöcherung des ganzen Schädels hat schon beträchtliche Fortschritte gemacht, die Knochen zeigen schon annähernd ihre charakteristischen früh-fötalen Umrisse.

Das Supraoccipitale, die Unterschuppe des Hinterhauptbeins, hat etwas in die Breite und noch beträchtlicher in der sagittalen Höhe zugenommen. Die Trennung durch eine sagittale Fissur, welche auf dem vorausgehenden Stadium noch eine vollständige war, erscheint jetzt unvollständig, von der Mitte des Oberrandes erstreckt sich eine feine Trennungslinie bis etwa zur Mitte des Knochenplättchens. Am Oberrand wird die Stelle der Fissur durch einen ganz seichten, in Fig. 72 nicht zu erkennenden Einschnitt markirt; am Unterrand zeigt sich, dem eben erwähnten seichten Einschnitt direkt gegenüberliegend, ein wenig tiefer aber ziemlich breiter aus einander weichender Einschnitt, die beiden Einschnitte sind gegen einander gewendet.



Fig. 72.

Embryo von 65 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe, in der Mitte des Oberrandes der Oberschuppe erste Andeutung des Centrallochs der Oberschuppe, I. und II. Paar der Ossificationscentren, erste Andeutung eines oberen mittleren III. Paares, c. vierfach vergrössert.

Die lineare Begrenzung des Oberrandes des Supraoccipitale entspricht noch nahezu jener des zuerst geschilderten Bildungsstadiums. Die mittlere Partie ist geradlinig, abgesehen von jenem kleinen Einschnitt in der Mitte am oberen Anfang der früheren Trennungsspalte. Die seitliche Aufbiegung des Randes rechts und links ist etwas weniger stark, der dadurch entstehende muldenförmige Ausschnitt seichter. Von der Erhebung rechts und links fällt der Oberrand annähernd geradlinig zur rechten und linken äusseren Spitze ab.

Der Unterrand des Supraoccipitale biegt sich von dem oben geschilderten Einschnitt in der Mittellinie rechts und links in elegant geschwungener Bogenlinie zu den seitlichen Spitzen. Unter dem unteren mittleren Ausschnitt liegt ein kleiner, etwas nach unten convex ausgebogener Knochenstreifen: das mit dem Supraoccipitale seitlich schon verschmolzene Ossiculum Kerckringii.

Die Knochenmasse erscheint schon überall dicht, immerhin geben sich, namentlich gegen den Unterrand zu, weniger dichte, durchscheinendere Stellen, von dichterer Knochenmasse ringförmig umrandet,. zu erkennen.

Das Interparietale, die Oberschuppe des Hinterhauptbeins, zeigt in sagittaler Richtung gegen das vorige Stadium eine fortschreitende Vergrösserung, so dass es etwas höher

geworden ist als das Supraoccipitale. Es besteht aus zwei Ossificationscentren, beide auf einem Netzwerk zartester Knochenbälkchen, ohne erkennbare Regelmässigkeit der Anordnung, gebildet. Beide Hälften zusammen formen einen Kreisabschnitt mit oberer Convexität. Das Interparietale hat sich sowohl rechts als links seitlich über den muldenförmigen Ausschnitt, auf welchen es in den früheren Stadien begrenzt war, hinauserstreckt, erreicht aber in der Breite noch nicht vollkommen die seitlichen Spitzen des Supraoccipitale, ist sonach auch unten an seiner Basis noch schmäler als dieses. Die etwas über 1 Millimeter breite Trennungsspalte zwischen den beiden Ossificationscentren des Interparietale läuft etwas schief von oben nach unten. Oben zeigt die Trennungsspalte eine rundliche Erweiterung, eine Art kreisrunder Oeffnung bildend, welche am oberen Rand offen ist, unten zieht sich hier eine feinste Knochenspange, als Brücke zwischen den beiden sonst vollkommen getrennten Ossificationsherden hin.

Der Unterrand des Interparietale und der Oberrand des Supraoccipitale sind noch nicht verschmolzen. Immerhin ist die, schon auf früheren Stadien angebahnte, Verbindung an den beiden seitlichen Spitzen des Supraoccipitale etwas fortgeschritten. Feine Knochenbälkchen ziehen sich hier auf die Aussenfläche des Supraoccipitale und hier etwas nach abwärts. Rechts unten und aussen lösen sich Knochenbälkchen von ihren Nachbarn los als erste Andeutung einer Sutura mendosa. Vom übrigen Unterrand des Interparietale gehen ebenfalls einzelne Knochenbälkchen brückenartig zum Oberrand des Supraoccipitale.

Von den übrigen Verknöcherungen des Schädels zeigt sich jederseits das Stirnbein ziemlich weit vorgeschritten. Der Oberrand ist zusammenhängend und nicht zerfasert, von dem Rambaud-Renault'schen „Postfrontale" ist keine Spur zu erkennen. Die Verknöcherung des Augenhöhlendaches bildet eine locker zusammenhängende Platte, ein mit einem geradlinigen Hinterrand abgegrenztes schmales Kreissegment, der dazu gehörige Kreisbogen wird von dem Oberrand der Augenhöhle gebildet. Die Scheitelbeine, das obere und untere, sind jederseits scharf getrennt und schön ausgebildet, die Schläfenschuppe ist noch niedrig, ihr Unterrand und der Jochfortsatz zeigen dichtere Verknöcherung, es gehen Knochenfasern gegen das Petrosum herab. Die Nasenbeine sind quadratisch, Intermaxillaria und Maxillaria sind deutlich durch Spalten von einander geschieden.

6. Embryo von 81 Millimeter Körperlänge.

Die Gesammtanlage der Unterschuppe, Occipitale superius, nähert sich in der Form schon mehr der Gestalt einer viereckigen Platte, welche die Unterschuppe bei etwas älteren Embryonen aufweist; in der Quere, von rechts nach links, misst sie 10 Millimeter. Sie wird durch eine etwas nach rechts verlagerte und etwas unregelmässig verlaufende Trennungsspalte in einen rechten und einen linken Abschnitt getrennt. Am Unterrand zeigt sich die Unterschuppe an dem Ende jener Trennungsspalte etwas concav eingebuchtet, daneben, mit dem rechten Abschnitt unten schon fest verbunden, zeigt sich eine kleine Knochenzacke, welchen ich für das Ossiculum Kerckringii halten möchte, etwas nach rechts verlagert, Knorpelknochen. Die Oberschuppe besteht aus zwei von der Mitte bis unten verschmolzenen Hälften und stellt so ein durch eine etwas unregelmässige mittlere Sagittalspalte tief gelapptes, nach oben convex begrenztes Gebilde dar. Das Gewebe der Knochenfasern ist viel lockerer, theilweise aus senkrecht gestellten weiten Maschen gebildet. Die Verbindung der Ober- und Unterschuppe ist noch keine vollkommene, beide sind jetzt etwa

gleich breit. Von rechts und links her schneidet eine weite winckelige Spalte, ein Substanzdefekt, in die Oberschuppe ein, die Sutura mendosa.

Von den übrigen Schädelknochen zeigt sich das Stirnbein jederseits schon weit hinaufgewachsen. Im allgemeinen ist stets das Stirnbein in der Entwickelung der Verknöcherung den anderen Hautknochen des Schädeldachs etwas voraus. Das linke Stirnbein zeigt, an der Stelle des Rambaud-Renauld'schen Einschnitts des Hinterrandes bei älteren Föten und Neugeborenen, einen Einschnitt und darüber erscheint eine Anzahl von Knochenfasern von der Hauptverknöcherung mehr oder weniger abgelöst. Der ganze

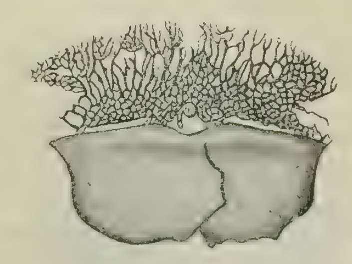


Fig. 73.

Embryo von 81 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe, c. vierfach vergrössert.

obere Stirnbeinrand zeigt sich, namentlich von der Mitte nach rückwärts mit Reihen von Knochenpünktchen und Fäserchen besetzt, welche mit der übrigen Verknöcherung nicht fest zusammenhängen. Ganz ähnlich verhält sich das rechte Stirnbein, doch ist hier der Einschnitt am Hinterrand nicht so deutlich und die Trennung der darüberliegenden Partien nicht so ausgesprochen. An anderen fötalen Stirnbeinen habe ich den eben beschriebenen Einschnitt, der Anlass zur Bildung eines „Postfrontale" geben könnte, nicht beobachtet, doch sind Absprengungen von Knochenkörnchen und Knochenbälkchen am Rand in frühen Stadien keineswegs selten, und damit die Möglichkeit für accessorische Bildungen gegeben. Vom Ende des dritten Monats an wird der Hinterrand der Stirnbeine fester und scharf contourirt. Das obere und das untere Scheitelbein sind sehr schön ausgebildet und getrennt. Die Schläfenschuppe hat an Höhe zugenommen, schneidet aber am Oberrand noch ziemlich gerade ab. Abgesehen von dem aus dichtem Knochen bestehenden Jochfortsatz und dem Unterrand der Schuppe, gewinnt nun auch die eigentliche Schuppe selbst, von hinten her beginnend, ein dichteres Ansehen, den Gesichtsknochen annähernd entsprechend. Knochenfasern ziehen sich gegen das Petrosum herunter, sie werden oben von der übrigen Schuppe durch eine von hinten her einschneidende Spalte theilweise getrennt. Die Trennung der Intermaxillaria von der Maxillaria ist weniger deutlich aber noch erkennbar.

7. Embryo von 100 Millimeter Körperlänge.

Die Breite der Unterschuppe beträgt 10 Millimeter, ihre Höhe in der Mitte 5 Millimeter. Ein Manubrium, Ossiculum Kerckringii, zeigt sich nicht. Die Breite der Oberschuppe, Interparietale, entspricht jener des Oberrandes der Unterschuppe; die Höhe der Oberschuppe beträgt an der höchsten Auswölbung, etwas seitlich von der Mitte, 5,5 Millimeter. Die Sutura mendosa springt von rechts und links als weitbeginnende, dann sich zuspitzende

Lücke in die Oberschuppe ein. Der unter der Sutura mendosa liegende Abschnitt der Hautverknöcherung der Oberschuppe (Interparietale) ist schmal und niedrig, während der über der Sutura mendosa befindliche Abschnitt der Oberschuppe eine beträchtliche Grösse besitzt. Ober- und Unterschuppe sind der Hauptsache nach noch vollkommen von einander durch die Sutura fötalis transversa squamae occipitalis getrennt, welche noch einen weit offenen Spalt zwischen den beiden verschiedenen Hauptverknöcherungen darstellt. Nur rechts und links ganz aussen gehen je einige Hautknochenbälkchen zum Oberrand der Unterschuppe herab. Die Form der Oberschuppe ist, abgesehen von dem sagittalen Einschnitt resp. Einbuchtung, dachförmig.

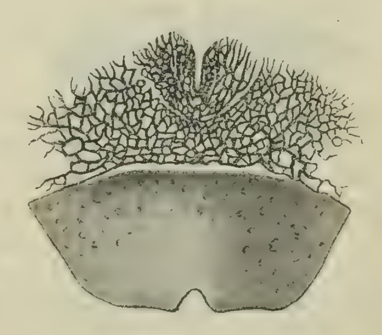


Fig. 74.

Embryo von 100 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe I. und II. Paar, ersteres die Unterschuppe, letzteres die Hauptverbreitung der Oberschuppe bildend, seitlich schneidet jederseits als ein breiter Defect die Sutura mendosa winkelig in das II. Paar ein. Oben in der Mitte das III. Paar der Ossificationscentren ausgebildet mit Sagittalspalte, Centralloch und zwei Randspalten, c. vierfach vergrössert.

In der Mitte von oben her schneidet die oben breit beginnende, dann schmal werdende sagittale Mittelspalte tief in die Oberschuppe ein. Unter dem Ende dieser Spalte zeigt sich eine kleine rundliche Oeffnung in der Mitte der Oberschuppe, das Centralloch des menschlichen Interparietale. Von dem Centralloch erheben sich rechts und links im Bogen zuerst mit der Richtung nach auswärts, dann ziemlich steil nach oben zum oberen Rand der Oberschuppe, wo sie offen münden, je eine Spalte, welche zusammen ein mittleres oberes herzförmiges Stück, welches durch die sagittale Mittelspalte symmetrisch getrennt resp. tief gelappt ist, aus der Oberschuppe gleichsam herausschneiden. Wir haben ein Paar mittlerer oberer Ossificationscentren der Oberschuppe vor uns.

Da die Unterschuppe aus einem Paar, die erste Anlage der Oberschuppe ebenfalls aus einem Paar von Ossificationscentren sich gebildet haben, erscheint dieses mittlere obere Paar der Ossificationscentren als das dritte Paar. Die dichtere Structur, die engeren Maschen zeichnen das dritte Paar der Ossificationscentren von der Umgebung deutlich ab. Während die beiden oberen mittleren Ossificationscentren unter sich und von der übrigen Oberschuppe getrennt sind, sind die aus dem erst erschienenen Paar der Ossificationscentren der Oberschuppe gebildeten mittleren und Seitentheile unter dem Interparietalloch bis zum Unterrand der Oberschuppe schon mit einander verwachsen.

Der Oberrand der Oberschuppe, Occipitale superius, ist in der Mitte geradlinig, rechts und links senkt er sich sanft etwas ab; von den oberen seitlichen Ecken verlaufen die Aussenränder annähernd geradlinig schief nach unten und einwärts, so dass der im Allgemeinen auch geradlinige Unterrand beträchtlich viel schmäler ist als der Oberrand. Die unteren seitlichen Ecken sind abgerundet, die Mitte des Unterrandes ist concav eingeschnitten, ein Ossiculum Kerckringii zeigt sich, wie schon gesagt, nicht. Im Ganzen nähert sich die Form der Unterschuppe mehr der Form einer viereckigen Platte, wie sie bei etwas älteren Embryonen gewöhnlich erscheint.

Von der Verknöcherung der übrigen Schädelknochen sei noch hervorgehoben: Das Stirnbein zeigt sich jederseits schon hoch entwickelt, von einem „Postfrontale“ keine Spur. Die Scheitelbeine zeigen die Trennung in das obere und untere Scheitelbein nicht mehr vollkommen, während die beiden Ossificationscentren derselben sich noch deutlich von einander unterscheiden lassen. Die Schläfenschuppe unterscheidet sich von den genannten Hautknochen durch eine dichtere, undurchsichtige Verknöcherung des Processus zygomaticus und des Unterrandes der Schläfenschuppe, die übrige, darüber liegende noch flache Schuppe besteht aus feinen Knochenfäserchen, sie ist durch einen mittleren Einschnitt zweigelappt. Die dichteren Partien der Schläfenschuppe gleichen im Aussehen den Knochen des Gesichtsskeletts. Auch der Hinterrand der Schuppe zeigt solche dichtere Knochenstructur. Offenbar schreitet die Verknöcherung der Schläfenschuppe, wenn nicht überhaupt anders, so doch jedenfalls energischer vorwärts als bei den früher genannten Hautknochen. An den beiden aufsteigenden Fortsätzen der Intermaxillaria und Maxillaria an der Umrandung der Apertura pyriformis zeigt sich noch die bei den jüngeren Embryonen beschriebene Trennungsspalte, wenn auch weniger deutlich, die Verwachsung hat schon begonnen. Die Nasenbeine haben eine längsviereckige Gestalt, jedes hat eine seitliche untere äussere Spitze vorgeschoben, so dass die beiden in der Nasennath zusammenstossenden Unterränder einen Winkel mit einander bilden.

8. Embryo von 105 Millimeter Körperlänge.

Die Breite der Unterschuppe beträgt 10 Millimeter, die Höhe in der sagittalen Mittellinie 4 Millimeter. Die Breite der Oberschuppe ist an ihrem Unterrand die gleiche wie die der Unterschuppe 10 Millimeter, die Höhe beträgt 6 Millimeter. Die Form der Unterschuppe gleicht im Allgemeinen der des Embryo von 100 Millimeter Körperlänge, nur ist die mittlere Strecke des Oberrandes, an welchem sich die erste Andeutung einer Protuberantia occipitalis externa als eine Art von Torusbildung erkennen lässt, nicht geradlinig, sondern nach unten concav ausgeschweift und an den beiden Seiten senkt sich der Oberrand energischer zu den seitlichen oberen Ecken nach abwärts; auch die übrigen Ränder sind mehr gewölbt, der mittlere Einschnitt des Unterrandes geht nach oben spitz zu, ein Ossiculum Kerckringii ist nicht nachzuweisen. Die Form der Oberschuppe ist wie bei dem im Vorhergehenden beschriebenen Embryo annähernd dachförmig. Die Sutura mendosa schneidet jederseits sehr tief spitzwinkelig und scharf markirt ein. Die untere von ihnen abgeschnittene Partie der Oberschuppe ist ziemlich hoch, ihr nach aufwärts sehender Rand ist, wie sonst immer, unregelmässig, während der Oberrand der Sutura mendosa, die untere Grenze der von ihr abgetrennten oberen, grösseren Partie der Oberschuppe bemerkenswerth scharf begrenzt ist, mit einer wohl ausgebildeten Kante. Der betreffende scharfe obere Rand

der Sutura mendosa läuft von rechts und links horizontal gegen die Mitte der Oberschuppe zu. In der Höhe dieses Oberrandes liegt in der sagittalen Mittellinie der Oberschuppe deren weites, rundes Centralloch, das Interparietalloch. Es ist über 1 Millimeter weit, von dem Ende der sagittalen Mittelrandspalte etwa ebenso weit entfernt wie jederseits von dem Ende

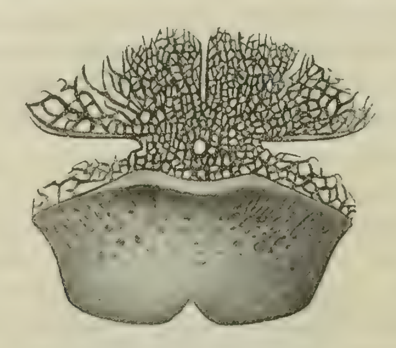


Fig. 75.

Embryo von 105 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe. Die Oberschuppe zeigt die in sie einschneidende Sutura mendosa jederseits, ausserdem das Centralloch der Oberschuppe, die Sagittalspalte und die beiden Randspalten des III. Paares der Ossificationscentren theilweise verwachsen. c. Vierfach vergrössert.

der Sutura mendosa. Von dem Centralloch ausgehende Spalten innerhalb der Oberschuppe zeigen sich nicht, dagegen schneiden rechts und links in den Oberrand der Oberschuppe kürzere, annähernd parallel zur sagittalen Mittelspalte verlaufende aber doch mit ihren unteren Enden etwas nach einwärts dem Centralloch zugewendete Spalten ein, offenbar Reste früher durchschneidender Spalten wie bei dem Embryo von 100 Millimeter Körperlänge. Die grössere Dichtigkeit und Enge der Knochenmaschen in dem oberen mittleren Abschnitt der Oberschuppe demonstriren noch deutlich die Lage und frühere Individualisirung des oberen mittleren Paares der Ossificationscentren der Oberschuppe. Die Verbindung von Ober- und Unterschuppe ist in der Mitte schon fest, aussen beiderseits noch locker.

9. Embryo von 110 Millimeter Körperlänge.

Künstlich macerirtes Hinterhauptsbein. Ober- und Unterschuppe, Interparietale und Supraoccipitale sind vollkommen mit einander verschmolzen. Die Breite der Supraoccipitale beträgt 11 Millimeter, ebenso breit ist das Interparietale an seinem Unterrande. In sagittaler Richtung ist das Supraoccipitale, mit dem deutlich als Manubrium ausgebildeten Ossiculum Kerckringii, 5 Millimeter hoch, das Interparietale 7 Millimeter. Die Grenze zwischen den beiden Knochen ist auf der Aussenfläche nur undeutlich zu erkennen, aber im durchfallenden Lichte erscheint das Supraoccipitale weit dichter und dicker als das Interparietale, in seiner Masse fein porös. Das schon in früheren Entwickelungsstadien angebahnte Uebergreifen der Knochenbälkchen des Unterrandes des Interparietale auf den Oberrand des Supraoccipitale, von wo aus die Bälkchen dann ein charakteristisches Hautknochenbälkchen-Netzwerk auf der Aussenfläche des Supraoccipitale bilden, hat noch weitere Fortschritte gemacht.

Auf der Innenseite ist dagegen die Trennung der beiden Knochen eine sehr ausgesprochene. Das aus Knorpelverknöcherung hervorgegangene Supraoccipitale erscheint nicht

nur weit dichter und fester als das aufsitzende Interparietale, der Hauptunterschied ist die viel beträchtlichere Dicke der Supraoccipitale, während das Interparietale immer noch etwas von dem Spinnengewebe aus Knochenbälkchen an sich hat, als welches es zuerst sichtbar geworden ist. An das massive oben mit einem abgerundeten Rand versehene Supraoccipitale ist das dünne Interparietale, an die Aussenseite, gleichsam angeklebt, indem es hier, wie gesagt, über den Rand des Supraoccipitale nach abwärts greift und den Rand selbst verdeckt. Auf der Innenseite ist der relativ dicke, abgerundete Rand des Supraoccipitale frei und

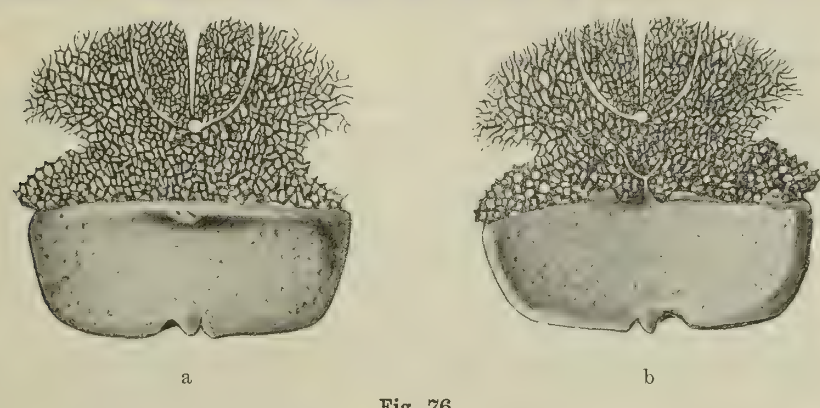


Fig. 76.

Embryo von 110 Millimeter Körperlänge. Anlage der Hinterhauptsschuppe. I. Paar, II. und III. Paar. a. Ansicht von aussen, b. von innen. a. Am Oberrand der Unterschuppe (I. Paar) die Protuberantia occipitalis externa, mit zwei feinen Oeffnungen an der Spitze, jederseits seitlich ein Torus occipitalis, auf der Innenseite (b) entspricht der Protuberantia eine Einbuchtung. Die Oberschuppe zeigt die Sutura mendosa jederseits und das III. Paar der Ossificationscentren vollkommen ausgebildet mit Centralloch, Sagittalspalte und Randspalten. c. Vierfach vergrössert.

imponirt, obwohl er an Dicke das übrige Supraoccipitale wohl kaum übertrifft, gleichsam wulstartig. Mit zwei kleinen rundlichen Hervorragungen, jederseits ziemlich nahe der Mitte des oberen Randes gelegen, greift das Supraoccipitale auf die Innenseite des Interparietale über.

Der dicke Rand des Supraoccipitale hebt sich stark von dem nur aussen daran befestigten Interparietale ab und bildet mit letzterem dadurch eine Art Querrinne als Vorläuferin des Sulcus transversus (= jugularis).

Von der Protuberantia occipitalis interna ist wenig zu bemerken, immerhin erhebt sich auf der Innenfläche des Interparietale über der Mitte des Oberrandes der Unterschuppe eine feine Crista, senkrecht in die Höhe steigend und sich dann gabelnd. Neben der Basis dieser Crista, rechts und links, befinden sich die kleinen rundlichen Erhebungen, mit welchen nach der obigen Darstellung das Supraoccipitale auf der Innenseite auf das Interparietale übergreift.

In der Mitte buchtet sich auf der Innenfläche des Knochens, die Oberrandpartie der Supraoccipitale, grubenartig nach aussen, in der Tiefe dieser Grube öffnen sich zwei, nahe zusammen in der Querrichtung stehende, feine spaltenförmige Oeffnungen.

Diese grubenartige Eintiefung erscheint auf der Aussenfläche des Knochens als eine pyramidenförmige oder mützenförmige Hervorragung, an der etwas verbreiterten Spitze die erwähnten neben einander stehenden engen Oeffnungen zeigend. Es ist das die

fötale Protuberantia occipitalis externa, von welcher nach rechts und links sich eine schwach-wulstartige deutliche Crista bis gegen den Rand der Hinterhauptsschuppe erstreckt; sie bildet äusserlich die Andeutung der Grenze zwischen Ober- und Unterschuppe, zwischen Interparietale und Supraoccipitale, welche auf der Innenseite durch den hervortretenden Oberrand des Supraoccipitale scharf gegeben ist.

Das Supraoccipitale, die Unterschuppe, erscheint jetzt als ein annähernd viereckiges Knochenplättchen; der Oberrand ist ziemlich gerade verlaufend, der Unterrand zeigt in der Mitte einen breiten Ausschnitt, in welchem, als ausgebildetes Manubrium squamae occipitis R. Virchow, das Ossiculum Kerckringii eingesetzt erscheint. Die beiden unteren seitlichen Ecken der Supraoccipitale sind abgerundet.

Das Interparietale als Ganzes stellt annähernd einen Kreisabschnitt dar, ziemlich von derselben Breite wie der Oberrand des Supraoccipitale. Es wird durch drei tiefe Einschnitte gegliedert. Von rechts und links schneiden in die Anlage des Interparietale selbst zwei tief eingreifende Spalten breit beginnend ein. Es ist das jederseits die Sutura mendosa. Diese beiden „falschen Näthe“ bilden also, ganz durchschneidend gedacht, nicht die Grenze zwischen Ober- und Unterschuppe des Hinterhauptbeins, sondern gehören ganz der Oberschuppe, dem Interparietale, an, rechts und links ein grösseres und höheres oberes von einem weniger hohen unteren Stück des Interparietale abtrennend.

Von dem Oberrand des Interparietale verläuft in der Mitte sagittal nach abwärts eine offene, oben mit 1 Millimeter Weite beginnende Spalte, welche das Interparietale bis etwas weniger als zwei Drittel seiner sagittalen Höhe in zwei symmetrische Hälften theilt.

Die zuletzt beschriebene Spalte ist die dritte der allbekannten drei Hauptspalten der Hinterhauptsschuppe der Föten und Neugeborenen; die beiden seitlichen queren Suturae mendosae, und die mittlere sagittal einschneidende Mittelspalte, welche alle drei noch bei älteren Früchten und bei Neugeborenen so häufig, dass man fast sagen könnte, typisch vorkommen.

In der sagittalen Mittellinie, an der Grenze zwischen dem unteren Drittel und den beiden oberen, des Interparietale, zeigt sich eine runde, wenig über 1 Millimeter weite Oeffnung im Interparietale, das Centralloch der Oberschuppe. Von dieser Oeffnung erheben sich nach rechts und links symmetrisch im Bogen nach aufwärts steigende Spalten bis zum oberen Rand des Interparietale durchschneidend, wodurch zwei mittlere, durch die sagittale Mittelspalte fast vollkommen getrennte Stücke aus dem Interparietale herausgeschnitten erscheinen. Rechts ist die betreffende Spalte 0,5 Millimeter weit und von jenem mittleren rundlichen Loch an bis an den oberen Interparietalrand vollkommen offen. Links ist die Spalte enger und zum Theil schon von Knochenbälkchen überbrückt. Die Grenze der Spalte und des durch sie abgegrenzten Ossificationsgebietes ist aber überall vollkommen deutlich. Die sagittale Mittelspalte des Interparietale reicht bis in die nächste Nähe des mittleren rundlichen Loches, von diesem nur durch ein oder zwei zarte quer herüberlaufende Knochenbälkchen getrennt.

Wenn ich nicht irre, ist die rundliche mittlere Oeffnung im Interparietale, welche wir oben als Ausgangs- oder Centralpunkt der beschriebenen Spaltungsfurchen erkannten, schon bei einem der früheren Stadien der im Vorstehenden näher beschriebenen Embryonen angelegt und zwar am oberen Rand der Interparietalanlage des Embryo von 65 Millimeter Körperlänge. Es haben sich zwischen diesem früheren und dem hier besprochenen Stadium

an der Spitze des Interparietale zwei neue selbständige obere mittlere Ossificationscentren gebildet, welche von den zwei zangenartig nach oben gewucherten primären, nun schon verschmolzenen, Ossificationsherden seitlich umgriffen werden. Auch innerhalb der primären beiden Ossificationsherde beweisen die breit einschneidenden, gegen die rundliche mittlere Oeffnung im Interparietale zustrebenden Querspalten, Suturae mendosae, eine, wenn auch nur theilweise Sonderung in je zwei Verknöcherungsgebiete, ein oberes und ein unteres, mit zum Theil selbständigen Wachsthumsgesetzen.

Denken wir uns beiderseits die Sutura mendosa bis zu der Centralöffnung des Interparietale durchschneidend, so würde dadurch das letztere in vier symmetrische Stücke getrennt werden, zwei seitliche und zwei mittlere, Verhältnisse, wie sie den thatsächlich beobachteten und von uns oben beschriebenen entsprechen.

Meine weiteren Untersuchungen zeigen im Allgemeinen, dass innerhalb des gleichen Formungsprincips die Entwickelung des Interparietale individuelle Schwankungen und Differenzen zeigen könne, wodurch bei Einzelbeobachtungen das Erkennen der bestehenden Beziehungen erschwert oder unmöglich gemacht werden kann.

Nicht nur findet man in dem gleichen Entwickelungsalter oder bei wenig älteren Früchten die Oberschuppe im Wesentlichen schon fertig verschmolzen, so dass auf der Aussenfläche nur noch die drei typischen grossen Randspalten ihre Zusammensetzung andeuten. Andererseits sind die Grössenverhältnisse der oberen Ossificationscentren nicht unbeträchtlich verschieden, ebenso die seitlichen, durch die Sutura mendosa jederseits in eine obere und eine untere Partie getrennten Abschnitte.

10. Wenig älterer Embryo. Natürlich macerirtes Hinterhauptsbein.

Die Hinterhauptsschuppe, welche hier zum Schlusse dieser Reihe von Beobachtungen noch mitgetheilt werden soll, stammt von einem intrauterin macerirten Embryo aus dem Schluss des 3. oder Anfang des 4. Bildungsmonats der Frucht. Die Unterschuppe ist schon etwas auf die Fläche gebogen, die Seitenränder wenden sich energisch nach unten und einwärts, so dass der Unterrand entsprechend kürzer ist als der Oberrand. In der Mitte des letzteren springt ein breites Manubrium nach unten vor, dessen Bildungsmodus sich aus dem beim Embryo Nr. 9 geschilderten und abgebildeten Verhältniss erkennen lässt. Die Protuberantia occipitalis externa ist weniger markirt, sie erscheint als ein nur in der Mitte etwas höherer Torus, welcher sich nach beiden Seiten rasch abflacht; von Oeffnungen, wie bei Nr. 9, ist nichts mehr zu erkennen. Auf der Rückseite springt der Oberrand der Unterschuppe, entsprechend deren beträchtlicher Dicke, gegen den Unterrand der Oberschuppe vor, auf letztere gehen zwei kleine mittlere Fortsätze der Unterschuppe eine kurze Strecke weit über. Auf der Aussenseite der Gesammtschuppe ist die Trennung zwischen Ober- und Unterschuppe nur im durchfallenden Lichte deutlich zu erkennen. Im auffallenden Licht ist die Trennung dadurch so gut wie vollkommen verwischt, dass sich die Knochenfasern und die daraus gewebten Maschen von dem Unterrand der Oberschuppe auf die Aussenfläche der Unterschuppe fortsetzen und einen ziemlich vollständig deckenden äusseren Beleg derselben bilden. Es hat sich ein wahrer Hautknochenbeleg über die durch enchondrale Verknöcherung gebildete Unterschuppe ausgebildet, welcher die ausgesprochenste Aehnlichkeit mit der primären Verknöcherung der Oberschuppe aufweist. Diese eben geschilderte periostale Verknöcherungsschichte, Belegschichte, zieht sich von der Verschmelzungslinie der Ober-

und Unterschuppe bis nahe zum Unterrand der Unterschuppe fort und überkleidet auch die Aussenfläche des Manubrium. Ganz ähnlich ist das Verhältniss auf der Innenseite der Unterschuppe, auch hier erscheint ein Knochenfaserbelag über den ursprünglichen Verknöcherungsanlage, gleichsam als Fortsetzung der Oberschuppenverknöcherung.

Die Verknöcherung der Oberschuppe hat ebenfalls bemerkbare Fortschritte gemacht. Namentlich in der Mitte und von da bis zum Unterrand der Oberschuppe, wo sich dieselbe an die, dem Oberrand der Unterschuppe angehörige Anlage der Protuberantia occipitalis externa anschliesst, ist die Verknöcherung eine dichte und mehr zusammenhängende, in

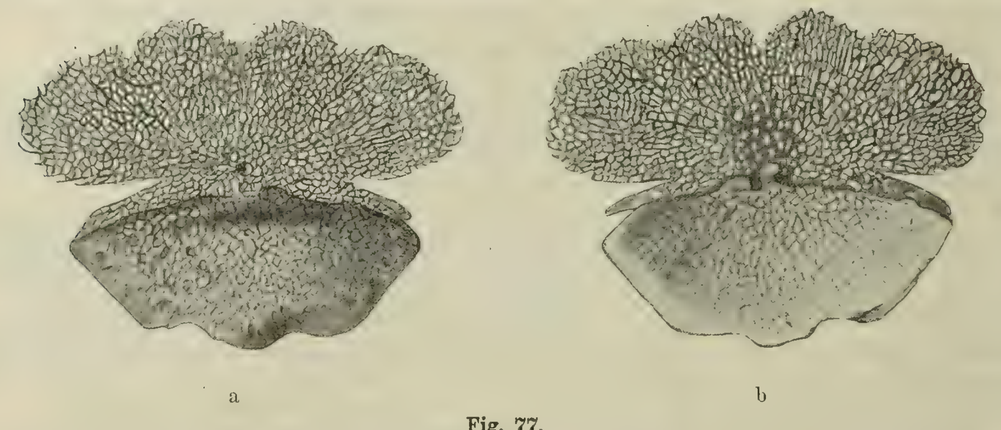


Fig. 77.

Hinterhauptsbein eines Embryo vom Ende des 3. oder Anfang des 4. Monats. a. Aussenseite, b. Innenseite. Die Oberschuppe und Unterschuppe dicht verschmolzen. Zwischen dem Hautknochen-Ergänzungsstück der Unterschuppe (Rambaud's und Renauld's Lamelle d) und dem oberen Abschnitt der Oberschuppe die jederseits tief spaltenförmig einschneidende Sutura mendosa. Das Centralloch, von der Innenseite her, verschlossen, äusserlich als scharf geschnittene runde Grube sichtbar, Sagittalspalte und Randspalten bis gegen den Oberrand der Oberschuppe verwachsen, letzteres nur noch „herzförmig-gelappt.“ c. Vierfach vergrössert.

welcher nur noch relativ seltene und enge Lücken an das alte Maschengewebe mahnen. In den oberen und seitlichen Theilen der Oberschuppe ist das Knochenmaschengewebe noch locker, doch zeigt sich eine Verschiedenheit der Innen- und Aussenansicht der Oberschuppe insofern, als aussen die Maschenbildungen noch deutlich sind, während innen sich und zwar, wie gesagt, in der Mittelpartie eine mehr zusammenhängende Kochenmassen unter den Maschen gebildet hat, wodurch die äusserlich noch sichtbaren Maschen an ihrem Grund durch Knochensubstanz verschlossen erscheinen; die Maschen sind dadurch in der That in kleine blinde Grübchen der äusseren Oberfläche verwandelt. In der gleichen Weise, durch Verschluss von unten her, durch aufgelagerte Knochensubstanz, findet überhaupt auch noch später die Verstreichung der fötalen Lücken und Spalten der Oberschuppe statt. Die mittlere Sagittalspalte erhält z. B. gleichsam einen knöchernen Boden, auf der Aussenfläche erscheint sie dann als Rinne. Das Centralloch der Oberschuppe verknöchert in derselben Weise. Die Abbildung der Aussenfläche zeigt das Centralloch als weite, runde scharf begrenzte Grube, auf der Innenfläche ist dem entsprechend nichts mehr von dem Centralloch zu erkennen. Der Boden der Gruben und Spalten erscheint bemerkenswerth glatt. Die

Spalten, welche die oberen mittleren Ossificationscentren der Oberschuppe bei den vorausgehend beschriebenen Embryonen Nr. 7 und 9 von der übrigen Oberschuppe abgrenzten, sind verschlossen, aber das dichtere Maschengefüge der betreffenden Knochenpartie, sowie die deutliche herzförmige Lappung des Oberrandes sprechen entschieden genug für ihr früheres Bestehen.

Die Sutura mendosa schneidet scharf und spitzwinkelig von rechts und links tief in die Substanz der Oberschuppe ein. Die ehemalige Trennungsspalte zwischen Oberschuppe, Interparietale, und Unterschuppe, Occipitale superius, die wahre Sutura fötalis transversa squamae occipitalis, ist vollkommen verschlossen und auf der Aussenseite der Schuppe nicht mehr zu erkennen. Das durch die Sutura mendosa jederseits von dem Hauptabschnitt der Oberschuppe abgetrennte untere Stück der Oberschuppe ist, äusserlich wenigstens, mit der Unterschuppe so vollkommen verschmolzen, dass wir dasselbe als „Hautknochenergänzungsstück der Unterschuppe" bezeichnen dürfen. Das unter der Sutura mendosa gelegene Stück der Gesammt-Hinterhauptsschuppe wird sonach durch die beiden Hauptverknöcherungsarten gebildet.

Das Uebergreifen der Knochenfasern des Unterrandes der Oberschuppe auf die Unterschuppe, welches hier vollkommen ausgebildet ist, bahnt sich schon in den frühesten hier beobachteten Entwickelungsstadien der Hinterhauptsschuppe an, wofür die mitgetheilten Abbildungen Beweise erbringen.

Die zuletzt geschilderte Hinterhauptsschuppe gibt uns ein Bild der fertigen Form derselben, sie braucht nun innerhalb der ihr, zum Teil durch die Nachbarknochen, gesteckten Grenzen nur noch zu wachsen, um die Form der Hinterhauptsschuppe des Neugeborenen und von da aus die des Erwachsenen zu erreichen. In der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle findet die Weiterentwickelung der Schuppe auch thatsächlich nur auf Grund einfacher Wachsthums-Phänomen statt.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Verknöcherung der Hinterhauptsschuppe hat am Anfang des 3. Fötalmonats schon begonnen und ist am Ende desselben Monats normal vollendet.

I. Unterschuppe des Hinterhauptbeins, Os Occipitale superius.

I. Paar der Ossificationscentren.

Die von J. F. Meckel gelehrte Entstehung der Unterschuppe aus zwei symmetrischen Knochenplättchen konnte sicher constatirt werden.

Unter den sechs jüngsten Embryonen der vorstehenden Untersuchungsreihe — von 39 bis 81 Millimeter Gesammt-Körperlänge — zeigten fünf die beiden symmetrischen Knochenplättchen der Unterschuppe noch vollkommen getrennt, ein Präparat (Embryo von 65 Millimeter Körperlänge) liess eine beginnende Verwachsung erkennen, die Trennungsspalte war aber etwa zur Hälfte noch deutlich offen.

Die beiden Ossificationsplättchen haben eine unregelmässig länglich-dreieckige Gestalt, wenn man von den Aus- und Einbuchtungen der seitlichen Ränder absieht. Die relativ schmalen Basen der beiden dreieckigen Knochenplättchen stossen in der sagittalen Mittellinie des Hinterhaupts zusammen und berühren sich dicht, durch vorsichtigen Druck kann die

bestehende Trennungsspalte leicht noch deutlicher sichtbar gemacht werden, als sie das ohnediess schon ist. Bei älteren Embryonen, von 100 Millimeter Körperlänge an, sind die beiden embryonalen Hälften der Unterschuppe mit einander ohne Trennungsspur verschmolzen. Niemals habe ich bisher bei älteren Embryonen oder bei Schädeln von Neugeborenen, Kindern und Erwachsenen eine Spur oder Andeutung der ehemaligen fötalen sagittalen Spaltung der Unterschuppe nachweisen können. Immerhin ist eine solche Beobachtung zu erwarten, umsomehr, da bei dem Embryo von 81 Millimeter Körpergrösse, bei welchem die Unterschuppe schon die Form der älteren Embryonen erreicht hat, noch eine so vollkommene, ich möchte sagen, grobe Spaltung existirt, welche den Charakter einer „persistirenden fötalen Bildung" nicht verkennen lässt.

Die beiden ersten symmetrischen Anlagen der Unterschuppe sind wahre Knorpelknochen, durch intracartilaginöse Verknöcherung gebildet.

Damit haben wir das I. Meckel'sche Paar der Ossificationscentren nicht nur als „wahrscheinlich", sondern als die Norm constatirt.

Die früheste Form der beiden symmetrischen Hälften der Unterschuppenanlage glaube ich bei dem Embryo Nr. 2 erkennen zu dürfen. Als Ganzes betrachtet ist bei diesem die Oberschuppe in ihrem, in der Mitte sagittal gespaltenen Mittelstück lineal gestaltet mit parallel zu einander verlaufendem Ober- und Unterrand, letzterer ist am unteren Ende der sagittalen Mittelspalte etwas ausgeschnitten. Die seitlichen Enden erheben sich am Oberrand jederseits, so dass eine Art von muldenförmigem Ausschnitt des Oberrandes gebildet wird. Von dieser oberen schwach zackenartigen Erhebung senkt sich der Oberrand in seinen Seitentheilen jederseits zu einer seitlichen äusseren Spitze nach abwärts, deren unterer Rand die geradlinige Verlängerung des Unterrandes des Gesammtmittelstücks darstellt. Der oberen zackenartigen Erhebung des Oberrandes entspricht jederseits auf dem Unterrand auch ein Vorsprung, welcher aber grösser und ausgesprochen zackenförmig gestaltet ist. Durch diese beiden seitlichen nach unten gerichteten Zacken wird auch auf dem Unterrand eine, der am Oberrand bestehenden ähnliche, muldenförmige Ausbuchtung markirt, welche in der Mitte zierlich ausgeschnitten ist. In der Mitte dieser muldenförmigen Ausbuchtung des Unterrandes, unter dem eingeschnittenen Ende der sagittalen Mittelnath, zeigt sich eine kleine undurchsichtige Verknöcherung, dem Aussehen nach der aus Knorpelverknöcherung gebildeten Unterschuppenanlage entsprechend. Dieses Körnchen ist die erste Anlage des Kerckring'schen Knochens, des Ossiculum Kerckringii, Manubrium ossis occipitalis R. Virchow, welches hier auf dieser frühen Stufe der Bildung schon deutlich ist. Nach Rambaud und Renault sollte das Knöchelchen erst nach dem 3. Fötalmonat auftreten, worin ihnen die späteren Autoren, soweit sie sich überhaupt mit diesem kleinen Gebilde näher befassten, beistimmten.

Der muldenförmige Ausschnitt des Oberrandes der Unterschuppe, dessen Zacken sich zunächst abrunden, verflacht sich nach und nach und wird bei etwas älteren Embryonen schliesslich annähernd geradlinig. Indem die Unterschuppenanlage in der Sagittalrichtung sich vergrössert und wächst, wird der mittlere Einschnitt des Unterrandes tiefer, breiter, concav, und an Stelle seiner zapfenförmigen unteren seitlichen Ansätze schwingt sich der Unterrand jederseits, wie das schon der Embryo Nr. 1 zeigt, im Bogen zu den seitlichen Spitzen in die Höhe. Indem sich diese Bogenlinien des Unter- und Seitenrandes mehr und

mehr strecken, wird die Form der Unterschuppe zu einem annähernd viereckigen Plättchen mit unteren etwas abgerundeten Ecken und mittlerem, zum Theil vom Ossiculum Kerckringii eingenommenen Ausschnitt.

II. Oberschuppe des Hinterhauptbeins, Os Interparietale.

II. Paar der Ossificationscentren.

Bezüglich der ersten Anlage der als wahrer Hautknochen, als Belegknochen an häutigen Theilen des Primardialcraniums entstehenden Oberschuppe herrscht unter den neueren Autoren ziemlich vollkommene Uebereinstimmung unter sich und mit Meckel.

Als erste Anlage der Oberschuppe erscheinen nach den vorstehenden Untersuchungen über der schon massiv und undurchsichtig gewordenen Unterschuppe, welche aber dann, gegen Meckel's und der übrigen späteren Forscher Angaben, in der sagittalen Mittellinie noch getrennt ist, zwei schmale parallel zum Oberrand des Mittelstücks der Gesammt-Unterschuppe gelagerte zarte symmetrische Verknöcherungsherde aus dem zierlichen, lockeren Gewebe der wahren Hautverknöcherungen gebildet, anfänglich durch eine etwa 1,5 Millimeter breite Zwischenzone unter einander getrennt und etwa ebenso weit von dem Oberrand der Unterschuppe abstehend. Dieses zweite Paar der Ossificationspunkte liegt zuerst ganz in dem muldenförmigen Ausschnitt des Oberrandes der Unterschuppe, ist sonach viel schmäler als letztere. Dieses Verhältniss bleibt auch bis zur Körpergrösse des Embryo von 56 Millimeter bestehen. Von da an wird die Anlage der Oberschuppe nach und nach ebenso breit wie der Unterschuppenoberrand. Die mittlere Trennungsspalte der beiden symmetrischen Oberschuppenanlagen bleibt, bis zu einer Grösse des Embryo von 65 Millimeter, weit offen bestehen. Am schönsten zeigt sich dieses Stadium der Anlage bei unserem Embryo Nr. 4 von 56 Millimeter. Die beiden symmetrischen Hälften der Oberschuppe bilden zusammen einen regelmässigen Abschnitt einer Kreisfläche, durch die Mittelspalte sagittal relativ weit getrennt. Auch von der Unterschuppe ist die Oberschuppenanlage noch durch eine breite Zwischenzone geschieden, welche von den seitlichen Spitzen der Oberschuppenanlagen her feinste Knochenfäserchen einzeln zu überbrücken beginnen. Das Bild entspricht etwa dem von Rambaud und Renault (s. oben S. 380 Fig. 62a) gegebenen.

Wir haben damit auch das II. Paar der Meckel'schen Ossificationscentren in vollkommenster Weise constatirt. Die ersten Stadien entsprechen nach unseren Beobachtungen annähernd der schematischen Abbildung Meckel's, in welcher dieser sein I. und II. Bildungsstadium der Schuppe schematisch vereinigt hat.

Bis hierher stimmen meine Beobachtungen mit dem Meckel'schen Schema, das Folgende unterscheidet sich von seinen Angaben wesentlich.

III. Paar der Ossificationscentren.

Bei dem Embryo von 65 Millimeter Körpergrösse bahnt sich eine Veränderung in dem mittleren oberen Theil der ersten Anlage der Oberschuppe an, was zur Bildung eines dritten Paares von Ossificationscentren an dieser Stelle führt. Die symmetrischen Oberschuppenanlagen sind an ihren äusseren unteren Ecken gewachsen, so dass sie hier mit ihren Knochenfasern nun über den muldenförmigen Ausschnitt des Oberrandes der Unterschuppe sich verbreitert haben. Hier beginnt eine Anlagerung der Knochenfasern der Oberschuppe an den Oberrand der Unterschuppe. Auch an anderen Stellen des Unterrandes der Oberschuppenanlagen und namentlich von den beiden inneren unteren Ecken derselben treten stärkere

Knochenfasern zur Verbindung mit der Unterschuppe herab. Der Verlauf dieser Verbindungsfasern ist etwas unregelmässig, woraus der Anschein eines schiefen Verlaufes der zwischen den beiden Anlagen der Oberschuppe noch bestehenden weiten Sagittalspalte entsteht. Letztere beginnt an ihrem oberen Ende zu verwachsen unter Bildung eines engen Knochenrings, der ersten Anlage des Centrallochs der Oberschuppe, um welche sich die neuen Ossificationen gruppiren sollen.

Bei dem Embryo Nr. 7 von 100 Millimeter Körperlänge, dessen beide Oberschuppenanlagen von der Mitte an bis unten verschmolzen sind, sind in der Mitte der Gesammtanlagen oben zwei neue Ossificationscentren aufgetreten. Diese bilden zusammen eine durch einen tiefen sagittalen Einschnitt getheilte herzförmige Figur, welche nach unten durch eine rundliche Oeffnung begrenzt wird, von welcher aus sich, bogenförmig nach aussen und dann nach oben bis zum Oberrand der Gesammtanlage verlaufend, je eine feine Spalte erhebt, durch welche die neuen Ossificationscentren von den ersten nun verschmolzenen Anlagen der Oberschuppe abgegrenzt werden. Das neue mittlere obere Paar der Ossificationscentren der Oberschuppe zeichnet sich auch durch das etwas verschiedene Aussehen der zarten Verknöcherung, namentlich durch engere Knochenmaschen, aus.

Die übrige Oberschuppenanlage ist um die neuen Ossificationscentren in die Höhe gewachsen und umgreift sie so vollkommen, dass sie in die erste Anlage gleichsam eingesenkt erscheinen und diese in ihrem oberen Abschnitt nach rechts und links zur Seite gedrängt wird.

Der Embryo Nr. 8 von 105 Millimeter Körperlänge zeigt ganz ähnliche Verhältnisse: Centralloch, herzförmige Lappung der aus engeren Knochenmaschen als die Umgebung bestehenden Mittelstücke der Oberschuppe, die seitlichen Grenzfurchen schneiden aber nicht mehr vollkommen bis zum Centralloch durch und auch die sagittale Mittelspalte zeigt gegen das Centralloch schon beginnende Anwachsung.

Besonders schön ausgebildet und individualisirt erscheinen die oberen mittleren Centren an der Hinterhauptsschuppe des Embryo Nr. 9 von 110 Millimeter Körpergrösse. Die sagittale Mittelspalte schneidet bis zum Centralloch durch, welches sich nach rechts direct offen in die elegant bogenförmig geschwungene, bis zum Oberrand der Schuppe offene und gleichweit bleibende Randspalte fortsetzt. Die linke Randspalte ist enger und zeigt die ersten Spuren beginnender Verwachsung an ihrem unteren dem Centralloch näheren Abschnitt. Die Feinheit der Knochenmaschen in der gesammten herzförmigen Anlage der mittleren oberen Centren unterscheidet diese auffällig von dem übrigen Theil der Oberschuppe.

Wie der Embryo Nr. 8 und ältere Embryonen lehren, beginnt die Verwachsung der über dem Centralloch gelegenen sagittalen Mittelspalte der Oberschuppe am Centralloch und schreitet von da nach aufwärts; entsprechend ist die Verwachsung der beiden Randspalten, welche auch im Centralloch beginnt und gegen den Oberrand der Schuppe fortschreitet. Die oberen Abschnitte der drei Spalten verwachsen meist weit später, so dass lange der Oberrand der Oberschuppe in der Mitte „herzförmig gelappt“ erscheinen kann und thatsächlich noch bei einer grossen Anzahl von Embryonen diese charakteristische Form zeigt. Etwas seltener ist es, dass alle drei Spalten auf eine grössere Strecke offen bleiben. Am tiefsten schneidet dann gewöhnlich die sagittale Mittelspalte ein, die seitlichen Randspalten, welche meist einen annähernd parallelen Verlauf zur sagittalen Mittelspalte aufweisen, häufig aber auch gegen diese convergiren, sind meist kürzer.

Besonders characteristisch ist das fötale Centralloch der Oberschuppe des Hinterhauptbeins, welches sich nicht nur sehr lange offen erhält, sondern auch nach seinem von hinten her durch glatte Knochenauflagerungen erfolgenden Verschluss noch als ein scharf gezeichnetes rundes Grübchen in der Aussenfläche der Schuppe kenntlich bleibt. Die Schuppe des Embryo Nr. 10 zeigt dieses Verhältniss, aber auch die herzförmige Lappung des Oberrandes, deutlich.

Dieses unser drittes Paar der Ossificationscentren der Gesammtschuppe, das zweite Paar der Ossificationscentren der Oberschuppe, ist von Meckel nicht beobachtet und beschrieben worden. Jedenfalls hat wenigstens Meckel den vielleicht von ihm schon gesehenen Sachverhalt nicht erkannt. Denn unmöglich wäre es nicht, dass die laterale Trennungsspalte, welche er zwischen dem Mittelabschnitt der Oberschuppenlage und deren seitlichem Abschnitte in seiner Figur 15, unsere Figur 52b, zeichnet, unsere rechte Randspalte wäre. Es gewinnt das noch dadurch an Wahrscheinlichkeit, weil, seinen Angaben nach, auch auf der linken Seite, symmetrisch zur rechten, ein solcher Trennungsspalt vorkommen sollte. Dann wären aber nicht die lateralen Theile der Oberschuppe, welche Meckel als III. Paar bezeichnet, das neu zur ersten Anlage der Oberschuppe Herzugekommene, sondern die Mittelpartie, welche Meckel als das II. Paar aufgestellt hat. Die Nummern der Paare müssten dann in Meckels Abhandlung Figur 15 in unserem Sinne umgewechselt werden; was Meckel III. Paar der Ossificationscentren nennt, wäre in der That ein Theil der aus dem II. Paar herausgegangenen Bildungen, sein mittleres II. Paar würde als unser III. Paar zu bezeichnen sein, es ist in der Abbildung nur links von den lateralen Theilen der Schuppenanlage getrennt gezeichnet.

Von den neueren Autoren haben die Herren Bessel-Hagen und Herr Stieda unsere oberen mittleren Ossificationscentren gesehen und Ersterer hat sie auch ganz richtig als III. Ossificationspaar bezeichnet. „Noch in der 12. oder 13. Woche tritt", sagt Herr Bessel-Hagen,[1]) „über dem zweiten Paar der Knochenkerne ein drittes und lateralwärts von diesem fast zu derselben Zeit ein viertes Paar Kerne auf, welche seitwärts über die Unterschuppe hinausragen". Dieses „mediale Paar" Bessel-Hagens ist mit unserem mittleren oberen Paar der Ossificationscentren der Oberschuppe, III. Paar der Ossificationscentren der Gesammt-Hinterhauptsschuppe, identisch. Mit dem vierten Paare Bessel-Hagens können wir uns dagegen nicht einverstanden erklären.

Auch die oberen kleinen Knochenkerne, welche Herr H. Stieda abgebildet und beschrieben hat, welche er selbst für das vierte Meckel'sche Paar halten möchte, dürfen wir mit unserem III. Paare identificiren.

Neben dieser erfreulichen Uebereinstimmung bestehen noch wichtige Differenzen bezüglich der lateralen Theile der Schuppe, für welche Meckel sein III. Paar, Bessel-Hagen sein IV. Paar der Ossificationscentren in Anspruch genommen haben.

Nach den vorstehenden Beobachtungen besteht ein solches Paar als eine neue Bildung überhaupt nicht.

Unsere Beobachtungen und Abbildungen der Befunde lehren, dass, ausser dem mittleren oberen Paar der Ossificationscentren, die ganze Oberschuppe, in all ihren sonstigen Theilen, aus dem zuerst aufgetretenen II. Paare der Ossifi-

[1]) l. c. s. oben S. 382f.

cationscentren der Gesammtschuppe gebildet wird. Ihre Verbreiterung nach beiden Seiten, ihr Umwachsen der Centren unseres III. Paares, erfolgt ohne Auftreten neuer Ossificationscentren durch Flächenwachsthum (des II. Paares). Ein selbständiges laterales Paar von Knochencentren: Meckel's III. Paar und Bessel-Hagens IV. Paar existirt nicht; die auf ein solches neu aufgetretenes Paar von Verknöcherungscentren von den genannten Forschern gedeuteten seitlichen Bildungen der Oberschuppe stammen von der ersten Anlage der Oberschuppe, dem II. Paar der Ossificationscentren, ab. Ebenso wenig sind die von den Herren Rambaud und Renault[1]) zuerst gesehenen und beschriebenen, auf der äusseren Fläche des Hinterhauptbeins am Anfang des 4. Monates erscheinenden „zwei nahezu dreieckigen zarten Lamellen, d. d., welche sich bald in der Richtung gegen den Mittelpunkt der Schuppe zu verlöthen — und den Haupttheil des Unterrandes der seitlichen Spalte“ (Sutura mendosa) bilden, als selbständige Ossificationscentren aufzufassen. Sie stehen von Anfang an mit der übrigen Oberschuppe in Verbindung und entstehen durch seitliches Flächenwachsthum der aus der ersten symmetrischen Anlage (II. Paar) hervorgehenden Oberschuppentheile. Unsere Abbildungen des 6., 7., 8., 9. Embryo beweisen dieses Verhältniss ohne viel Worte.

Die Annahme lateraler selbständiger Ossificationscentren beruht auf einer Verkennung des Sachverhaltes bei der **Bildung der Sutura mendosa.**

Das Verhältniss ist an undurchsichtlichen Embryonen und Präparaten schwer zu erkennen, dagegen bieten unsere durchsichtigen Embryonen ein vollen Ueberblick des Zusammenhanges.

Schon auf den frühesten Stadien der Bildung der Oberschuppe gehen von deren lateralen Ecken Knochenfäserchen gegen die Unterschuppe herüber (Nr. 1 und Nr. 2 auf der linken Seite), wobei sich eine Auflockerung des Hautknochengewebes, ein Ausstrahlen einzelner Fasern an den Ecken zu erkennen gibt. Bei Nr. 3 ist diese Verbindung der Anlagen der Ober- und Unterschuppe durch einzelne von der Oberschuppe, an deren beiden lateralen Ecken, zur Unterschuppe herabsteigende Fäserchengruppen beiderseits erfolgt. Schon Nr. 4 zeigt, dass durch die Verbindung mit der Unterschuppe zwei verschiedene Wachsthumsrichtungen an den lateralen Ecken der symmetrischen Oberschuppenanlagen hervorgebracht werden: einige Knochenfasern steigen von den betreffenden Ecken schief nach unten zum Oberrand der Unterschuppe herab, die Mehrzahl setzt das Randwachsthum in der Richthum des Oberschuppen-Unterrandes, annähernd parallel zum Oberrand der Unterschuppe, fort. Dadurch tritt an den lateralen Ecken der Oberschuppenanlage eine Spaltung der die Ecken bildenden Fasergruppen ein. Nr. 4 stellt die Anfänge dieser Spaltung deutlich in ihren ersten Spuren dar, mit ihr entwickelt sich die Sutura mendosa.

Schon weite Fortschritte hat dieser Spaltungsvorgang bei Nr. 6, dem Embryo von 81 Millimeter Körperlänge, gemacht. Hier ist durch einen dreieckigen, weit beginnenden und nach Innen sich zuspitzenden Einschnitt von rechts und links her ein unterer schmälerer, sich mit dem Oberrand der Unterschuppe verbindender Theil der Oberschuppe von einem oberen breiteren und höheren Theil der Oberschuppe getrennt. Beide Theile zeigen die gleiche wahre Hautknochenstructur und die seitlichen Einschnitte verlaufen gänzlich im

[1]) oben S. 380 f, Abbildung Fig. 62 b, d. d.

wahren Hautknochen. Diese seitlichen Einschnitte sind die erste Erscheinungsweise der Sutura mendosa, welche noch bei Neugeborenen als Spalte zu bestehen pflegt. Das Präparat Nr. 6 zeigt gleichzeitig mit der Sutura mendosa die ursprüngliche Trennungsspalte zwischen Ober- und Unterschuppe, zwischen Interparietale und Occipitale superius, noch fast vollständig offen. Beide Spalten bestehen gleichzeitig neben einander, einerseits die fötale Trennungsspalte zwischen der Hautverknöcherung (Interparietale, Oberschuppe) und der Knorpelverknöcherung (Occipitale superius, Unterschuppe), andererseits die Sutura mendosa, welche ganz innerhalb der Hautverknöcherung der Oberschuppe verläuft und eine untere mit der Unterschuppe verschmelzende Partie (d. d. der Abbildungen von Rambaud und Renault, Fig. 62 b), und eine obere Partie die lateralen Theile der Oberschuppe Meckel's und Bessel-Hagen's von einander scheidet.

Die Entstehung der Sutura mendosa in der Oberschuppe selbst haben, wie ich nach dem Mitgetheilten glaube, schon vor mir die Herren Rambaud und Renault richtig erkannt, mit aller Entschiedenheit die Herren Bessel-Hagen und C. Toldt. Nach meinen Untersuchungen kann es nun, trotz der Einwendungen, welche Herr H. Stieda in dieser Richtung speciell gegen die Bessel-Hagen'schen Angaben gemacht hat, keinem Zweifel mehr unterliegen, dass die beiden Trennungsspalten etwas verschiedenes sind, dass die Sutura mendosa nicht identisch ist mit der fötalen Trennungsspalte zwischen Interparietale und Occipitale superior, wie das Herr R. Virchow u. A. angenommen haben. Die Sutura mendosa trennt, normal unvollkommen, ein oberes grösseres Stück der Oberschuppe, des Interparietale, von einem schmäleren unteren Stück desselben Knochens ab. Schneidet, wie es individuell vorkommt, die Sutura mendosa vollkommen quer durch, wodurch sie zu der Sutura transversa squamae occipitalis R. Virchow wird, so trennt sie nicht das ganze Interparietale sondern nur ein Stück, freilich das weit grössere, von einem unteren mit der Unterschuppe in Zusammenhang bleibenden Stücke ab. Das obere, grössere abgetrennte Stück des Interparietale kann also nicht den Namen „Interparietale" erhalten; wie es die Italiener und mit ihnen die Herren H. Stieda und Graf von Spee wollten, es wird am besten bei der alteingebürgerten, durch Herrn R. Virchow in seiner anatomischen Bedeutung fest fixirten Bezeichnung: Os epactale seu Os Incae, Inkaknochen, bleiben. Das unter der Sutura mendosa gelegene, mit der Unterschuppe, auch bei Abtrennung des Os Incae, verschmelzende schmälere Stück der Oberschuppe habe ich oben als Hautknochenergänzungsstück der Oberschuppe bezeichnet.

Die fötale Anlage der Protuberantia occipitalis externa gehört, wie wir sahen, der Unterschuppe an, sie erscheint in der Mitte direct unter dem Oberrand derselben. Das verschieden breite Stück zwischen der Protuberantia occipitalis externa und der Quernath, welche das Os Incae seu epactale abschneidet, wird von der Oberschuppe geliefert. Es ist das jenes von der Sutura mendosa abgetrennte Unterstück der Oberschuppe, unser Hautknochenergänzungsstück der Unterschuppe. Schon in der fötalen Anlage ist dieses Stück von verschiedener Mächtigkeit und dem entsprechend rückt die „Hinterhauptsquernath" verschieden weit von der Protuberantia occipitalis externa nach oben ab.

Die fötale Anlage der Protuberantia occipitalis externa hat mit Muskelwirkung nichts zu thun, wenn sich auch bei der späteren Ausbildung bis zum erwachsenen Alter beim Menschen derartige Wirkungen mit der ursprünglich gegebenen Anlage verbinden. Ebenso scheint es mir mit der Linea nuchae superior, in deren Mitte gleichsam die Protuberantia

occipitalis externa liegt, zu stehen. Diese Linie oder vielmehr eine Torus-ähnliche Bildung, findet sich, wie wir sahen, schon bei ganz jungen Embryonen, bei welchen Muskel- und Fascienwirkungen noch nicht in Frage kommen. Die doppelte oder einfache Oeffnung in der Spitze des äusseren Hinterhaupthöckers, welche sich gelegentlich auch bei älteren Föten noch offen zeigt, scheint mir eine Art von Gefässloch zu sein, ein Emmissarium. Mit der Bedeckung der ursprünglichen enchondralen Verknöcherung durch die äussere periostale Knochenplatte, deren Bildung oben beschrieben wurde (bei Embryo Nr. 10), wird die Protuberanz und die Torusbildung anfänglich undeutlich, erst im 5. Fötalmonat bildet sich wieder ein individuell verschieden ansehnlicher Höcker aus von scharf halbkugelig oder stumpf-conisch vorspringender Gestalt. Die Linae nuchae sind dann noch nicht deutlich. Auch das „Centralloch der Oberschuppe" ähnelt einem Gefässloch; bei Affen findet sich ein solches recht häufig (Hylobates) an oder in der Spitze der Oberschuppe an erwachsenen Schädeln; beim Menschen ist die Oeffnung jedoch eine temporäre, früh-fötale, die sich nur in den seltensten Fällen erhält (s. unten).

Manubrium ossis occipitalis R. Virchow, Ossiculum Kerckringii.

Bei drei von den 10 in Vorstehendem näher geschilderten Hinterhauptsschuppen aus dem 3. Entwickelungsmonat konnte ich keine Spur eines Kerckring'schen Knöchelchens entdecken. Von den sieben, welche ein Ossiculum Kerckringii besassen, war nur bei einem (Nr. 2) dasselbe noch vollkommen frei von der Unterschuppe getrennt, bei den anderen (auch schon bei Nr. 1) hatte die Verwachsung schon begonnen oder war schon vollendet.

Die Lage des Knöchelchens ist eine ganz typische in der Mitte des Unterrandes der Unterschuppe in oder nächst vor dem Mitteleinschnitt derselben an dem unteren Ende der sagittalen Mittelspalte der ersten fötalen Anlage. Herr R. Virchow zählte sein „Manubrium" zu den Knorpelknochen. Herr Bessel-Hagen leitet es von Hautverknöcherung ab, indem er darauf hinweist, dass direct unter dem Unterrand der Schuppe das Primardialcranium nicht knorpelig, sondern häutig ist.

Die mitgetheilten Abbildungen lassen keinen Zweifel darüber, dass, wo das Manubrium in so frühem Stadium auftritt, wie wir es gefunden haben, dasselbe aus Knorpelverknöcherung hervorgeht. Aber zwei der Präparate (Nr. 4 und Nr. 10) demonstriren, dass mit der primären enchondralen Verknöcherung sich bald Hautknochenverknöcherung verbindet. Besonders klar ist dieses Verhältniss bei Nr. 4, bei welchem das kleine mittlere Knorpelknöchelchen durch Hautknochenfasern mit den Rändern des Ausschnittes des Unterschuppen-Unterrandes verbunden erscheint, und eine Hautknochenbildung ragt als eine Art Zunge aus dem Ausschnitt nach unten hervor, als ein wahres „Manubrium". Bei Nr. 10 zeigte sich nicht nur die ganze Aussen- und Innenfläche der Unterschuppe mit einer (Periost-)Hautknochenschichte bekleidet, sondern diese setzt sich auch auf das Manubrium, das hier schon vollkommen mit der Unterschuppe eins erscheint, fort. Solche Bilder liessen sich nach dem Bessel-Hagen'schen Schema der Verknöcherung des Manubrium deuten. Meiner Meinung nach haben wir aber eine gemeinschaftliche Bildung aus Knorpel- und Hautknochen als die Regel anzunehmen. An eine periostale Bildung kann übrigens bei unserem Präparat Nr. 4 doch wohl kaum gedacht werden, da sonst nirgends von einer solchen schon eine Spur aufgetreten ist; die Hautverknöcherung im Umkreis des enchondral verknöcherten Kernes des Ossiculum Kerckringii scheint mir einen primären Charakter zu tragen.

Bei den 3 Präparaten, bei welchen ich ein Ossiculum Kerckringii im 3. Entwickelungsmonat nicht habe nachweisen können, würde sich dasselbe wohl ohne Zweifel noch gebildet haben, da mir kein Schädel aus dem 4. und 5. Entwickelungsmonat bekannt ist, an welchem das Manubrium nicht mehr oder weniger deutlich ausgebildet gewesen wäre. Bei älteren Föten verwischt sich nach und nach diese Bildung, so dass sie bei einzelnen zu fehlen scheint, während sie bei anderen, auch bei Neugeborenen, Kindern und sogar Erwachsenen als eine charakteristische Bildung aufgezeigt werden kann. Auch für Schädel erwachsener Orangutans gilt das letztere, bei einem solchen habe ich ein vollkommen individualisirtes, mit der Hinterhauptsschuppe durch eine Art von knorpeliger Symphyse verbundenes Ossiculum Kerckringii gefunden.

Es darf nicht unbemerkt bleiben, dass bei den menschlichen Schädeln aus dem 5. Embryonalmonat, das Ossiculum Kerckringii manchmal an der Innenseite des Hinterhauptbeins ansitzend erscheint. Das deutet auf eine Verschiedenheit in der Lagerung der ursprünglichen Anlage des Knöchelchens, woraus sich sein Fehlen bei den 3 hier bezeichneten Schädelchen als ein nur scheinbares erklären könnte.

Von dem IV. Meckel'schen Paar der Ossificationscentren ist im 3. Embryonalmonat noch keine Spur zu bemerken.

Nach unseren Untersuchungen haben wir für den 3. Entwickelungsmonat der menschlichen Frucht gefunden:

6 regelmässige Knochenkerne für das Gesammt-Hinterhauptsbein,
2 für die Unterschuppe, I. Paar,
4 für die Oberschuppe, II. und III. Paar,

wozu als siebenter Knochenkern noch das Manubrium träte.

Unser II. und III. Paar entsprechen nicht den ebenso bezeichneten Paaren Meckel's. Jene Bildungen, welche Meckel seinem III. Paar zuschreibt, entstehen aus unserem II. Paar, und umgekehrt wurden bisher nach dem Meckel'schen Schema die Bildungen unseres III. Paares dem ursprünglichen II. Paare zugeschrieben.

Das IV. Paar der Meckel'schen Ossificationscentren ist eine atypische Bildung.

Das Meckel'sche IV. Paar der Ossificationscentren, in seiner schematischen Abbildung Fig. 15 als e IV, unsere Figur 52 b, oben, bezeichnet, gehört nicht zu den „regelmässigen Knochenkernen“ der Hinterhauptsschuppe.

Diese zum Theil so besonders regelmässigen und schönen Bildungen der „Spitzenknochen R. Virchow“ sind durch regelmässige Knochenkerne nicht vorgebildet, sondern entstehen erst um die Mitte der Entwickelungszeit aus „accessorischen Knochenkernen“ in der hinteren, sogenannten kleinen Fontanelle des Schädels, nach dem gleichen Typus wie andere accessorische überzählige Knochen des menschlichen Schädeldachs. Die Betrachtung des Meckel'schen IV. Paares, aus welchem die „Spitzenknochen“ sich ausbilden, kann von der Untersuchung aller anderen accessorischen Nath- und Fontanellknochen nicht getrennt werden. Zu dieser haben wir uns nun zunächst zu wenden.

2. Neue Untersuchungen an Embryonen vom 4. Entwickelungsmonat bis zur Reife.

I. Die Entstehung der Fontanellknochen der hinteren Fontanelle.

Die überzähligen Knochen des menschlichen Schädels zerfallen in zwei in ihrer biologischen Bedeutung verschiedene Gruppen: in accessorische und principale. Nur die letzteren beanspruchen als typische Elementar-Componenten des Schädels einen höheren naturgesetzlichen Werth, die ersteren tragen einen im gewissem Sinn zufälligen oder besser gesagt halbpathologischen oder geradezu pathologischen Charakter.

Die accessorischen überzähligen Schädelknochen sind einerseits als Nathknochen (Worm'sche Knochen) und Fugenknochen, andererseits als Fontanellknochen bekannt. Entwickelungsgeschichtlich gehören diese Gruppen der accessorischen Schädelknochen zusammen, trotz der dem äusseren Ansehen nach oft recht beträchtlichen Differenzen.

Die Nathknochen sind meist kleinere, in ihrer Form unbestimmte, auch an keine bestimmte Schädelgegend gebundene, rings durch Näthe von den Nachbarknochen isolirte Knöchelchen. Sie finden sich in allen Schädelnäthen, überall, wo zwei Knochen in einer Nath zusammenstossen, oft in grosser Anzahl, oft zu mehreren oder auch einzeln, aber immer unregelmässig und gleichsam zerstreut. Erreichen solche Nathknochen gelegentlich eine beträchtlichere Grössenausdehnung, so springen sie mehr oder weniger weit entweder in den einen oder in die beiden, in der Nath zusammenstossenden Knochen ein, deren Form entsprechend modificirend. In der Lambdanath kommen Nathknochen besonders häufig vor, manchmal zwischen den Nachbarknochen eine geschlossene Reihe kleinerer oder grösserer Knöchelchen bildend, wodurch, nach dem eingebürgerten Sprachgebrauch, eine „Verdoppelung der Lambdanath“ entsteht. In allen Zackennäthen erscheinen gelegentlich gleichsam einzelne oder mehrere der Nathzacken, durch accessorische Trennungsnäthe von dem betreffenden Hauptknochen getrennt, als freie Nathknochen. In der Stirnnath kommen öfters, annähernd in der Mitte, grössere rundliche oder ovale, in dem der Stirnnasennath zugewendeten Ende (fötale Stirnnasen-Fontanelle), manchmal birnförmige Nathknochen vor. In der Schuppennath zeigen die letzteren nicht selten eine längliche Gestalt, als wäre der obere Rand auf eine Strecke weit im Ganzen von der Schläfenschuppe abgesprengt. Entscheidend bleibt für die Nathknochen immer ihre s. v. v. zufällige Lage in Schädelnäthen.

Aehnlich verhalten sich die Fugenknochen. Fig. 78. Oft sind es kleine, hirsekornförmige Knöchelchen, welche gelegentlich in allen Knorpelfugen des Schädels zu finden sind. Die Mehrzahl von ihnen sind principiell von den Nathknochen wohl nicht zu trennen.

Den Nathknochen gegenüber nehmen die Fontanellknochen nicht selten den Schein des Typischen an. Die Fontanellknochen sind innerhalb des Kopfskeletts in ihrer Stellung fixirt. Sie finden sich gelegentlich an allen jenen Stellen des Schädels, wo drei und mehr Knochen zusammentreffen, und wo in der fötalen und noch in der früh-kindlichen Lebensperiode mehr oder weniger ausgedehnte Reste des noch unverknöcherten embryonalen Schädels als sogenannte Fontanellen vorhanden sind.

Dabei sind die Fontanellknochen verschieden grosse, zum Theil manchmal recht ansehnliche Bildungen. Sie erheben sich, abgesehen von ihrer fixirten Lage am Schädel, auch noch durch eine vielfach regelmässigere Gestalt, welche sich an derselben Stelle der Schädel in scheinbar typischer Weise wiederholt, durch eine nicht selten sich findende Verdoppelung, in Folge Trennung durch eine mittlere, als Fortsetzung einer typischen normalen Schädelnath erscheinende Nath, in zwei öfters symmetrische Hälften, und vor allem durch symmetrische Lage auf den beiden Schädelseiten, über die Nathknochen.

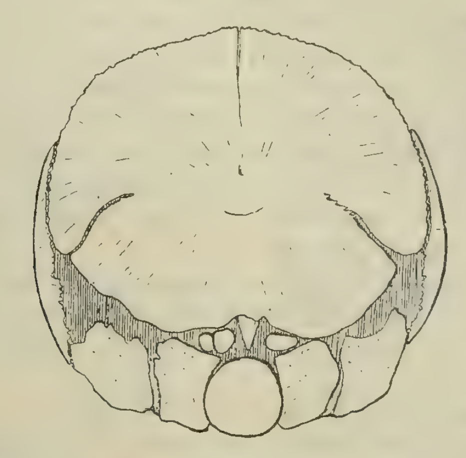


Fig. 78.

Drei Fugenknochen, zwei links, einer rechts neben dem „Manubrium" in der Synchondrosis condylo-squamosa dextra und sinistra zwischen den Exoccipitalia und dem Occipitale superius.

Im Allgemeinen ist sonach die Differenzialdiagnose dieser beiden Hauptformen der accessorischen überzähligen Schädelknochen nicht schwierig.

Eine Schwierigkeit tritt aber dann auf, wenn die Fontanellknochen klein und von unregelmässiger Gestalt sind, manchmal sind sie von Nathknochen dicht umgeben. Beide Formen scheinen dann ineinander überzugehen und thun das in einzelnen Fällen vielleicht thatsächlich. Auch in solchen schwierigen Fällen bleibt aber für die Unterscheidung: die bestimmte Lage der Fontanellknochen am Schädel an der Stelle fötaler oder frühkindlicher Fontanellen, währenddie echten Nathknochen unregelmässig in den Näthen zerstreut sind. —

Die eben vorgetragene Unterscheidung zwischen den „überzähligen Knochen des Schädels" steht in einem unverkennbaren Gegensatz gegen die bisher geltenden Anschauungen in wortführenden anatomischen Kreisen. In der neuesten ausführlichen Anatomie des Menschenschädels von Herrn Prof. Dr. F. Graf von Spee werden alle „überzähligen Knochen des Schädels" als „accessorische Knochen des Schädels" zusammengefasst und in folgender Weise definirt.[1])

[1]) l. c. S. 325.

„Sehr häufig finden sich überzählige selbständige Knochen in oder zwischen den typischen Knochen des Schädels eingesprengt. Sie können überall auftreten, heissen im Allgemeinen Schaltknochen oder speciell, wenn sie in der Nath zwischen zwei typischen Schädelknochen liegen, Nathknochen."

„Fast ausschliesslich finden sie sich im Bereich der Schädeldecke oder des Gesichtsschädels und entwickeln sich als Deckknochen aus eigenen Knochenpunkten. Die Entwickelung des Schädels lehrt indessen, dass unter ihnen nicht alle gleichen Werth haben. Einige derselben zeichnen sich durch Constanz ihres Sitzes und ihrer Form, wenn immer sie auftreten, und durch symmetrisches Vorkommen aus. Diese sind fast sämmtlich als constante Componenten der typisch selbständigen Knochencomplexe des menschlichen Schädels erkannt worden und verdanken ihre Selbständigkeit nur dem thierähnlichen Ausbleiben ihrer typischen Verwachsung mit den zugehörigen übrigen Elementen des betreffenden Complexes. Andere Schaltknochen treten in Bezug auf Zahl, Sitz, Form völlig regellos auf und sind als rein individuelle, dem betreffenden Schädel eigenthümliche Zufälligkeiten anzusehen, für welche auch die vergleichende Anatomie keine Analoga beibringt und die daher ein untergeordnetes Interesse besitzen."

Hier werden Fontanellknochen und die von uns als principale von den accessorischen überzähligen Schädelknochen als typische Elementar-Componenten des Schädels unterschiedene Knochen zusammen geworfen und das, was in der That für die letzteren gilt, auch auf die ersteren übertragen.

Aber auch die Fontanellknochen, die in Sitz und Form s. v. v. „constant" sind, entstehen aus „eigenthümlichen Zufälligkeiten, für welche die vergleichende Anatomie keine Analoga bringt", sie entstehen, wie gesagt, in derselben Weise wie die Nathknochen. Nach der Art, wie sie sich bilden, wird es verständlich, warum so ausserordentlich zahlreiche Schädel solche besitzen.

Bei dem ersten Auftreten der Hautknochen des Schädels vereinigen sich die primär entstandenen feinen Knochenbälkchen zu einem zierlichen Maschenwerk, welches oft mit einer Art von Endfasern oder von Endstrahlen, manchmal aber auch von Endschlingen den Rand der anfänglichen Knochenanlage begrenzt. Bis zur Mitte des fünften Embryonalmonats schreitet das Wachsthum der elementaren Knochen-Induviduen in dieser Weise fort, ein im Wesentlichen zusammenhängendes Netzwerk aus Knochenbälkchen bildend, welches an den Centralstellen der ursprünglichen Verknöcherung meist dichter, engmaschiger, am Rande lockerer, mit oft radiär gestellten länglichen Maschenräumen erscheint. Zuerst einzeln, gleichsam gelegentlich, dann immer zahlreicher, sieht man feine Knockenbälkchen den Rand überragen, theils in der umgebenden Nathsubstanz endigend, theils brückenartige Verbindungen zwischen ursprünglich getrennten Elementar-Componenten des Schädels bildend, woraus sich in der Folge die Verschmelzung der letzteren zu den typischen secundären Knochencomplexen des Schädels herausbildet. Später erscheinen die Ränder aller Hautknochen wie zerfasert oder strahlig, indem überall zahllose Knochenfasern in das Nathgewebe ausstrahlen.

Von der Mitte des fünften an und während des sechsten Entwickelungsmonats tritt eine bemerkenswerthe Beschleunigung im Wachsthum der Hautknochen und insofern auch eine später wieder zurücktretende Veränderung ein, als das Randwachsthum, ausser durch die ausstrahlenden Knochenfasern, auch durch Apposition zahlreicher

kleinster, die ganzen Aussenränder der Knochen entlang entstandener *Knochenkörnchen* erfolgt, s. Fig. 79—84. In diesem Bildungsstadium sind die in den Fontanellen und Näthen gegen einander gewendeten, oft gleichsam ausgefaserten Knochenränder mit *Reihen solcher*

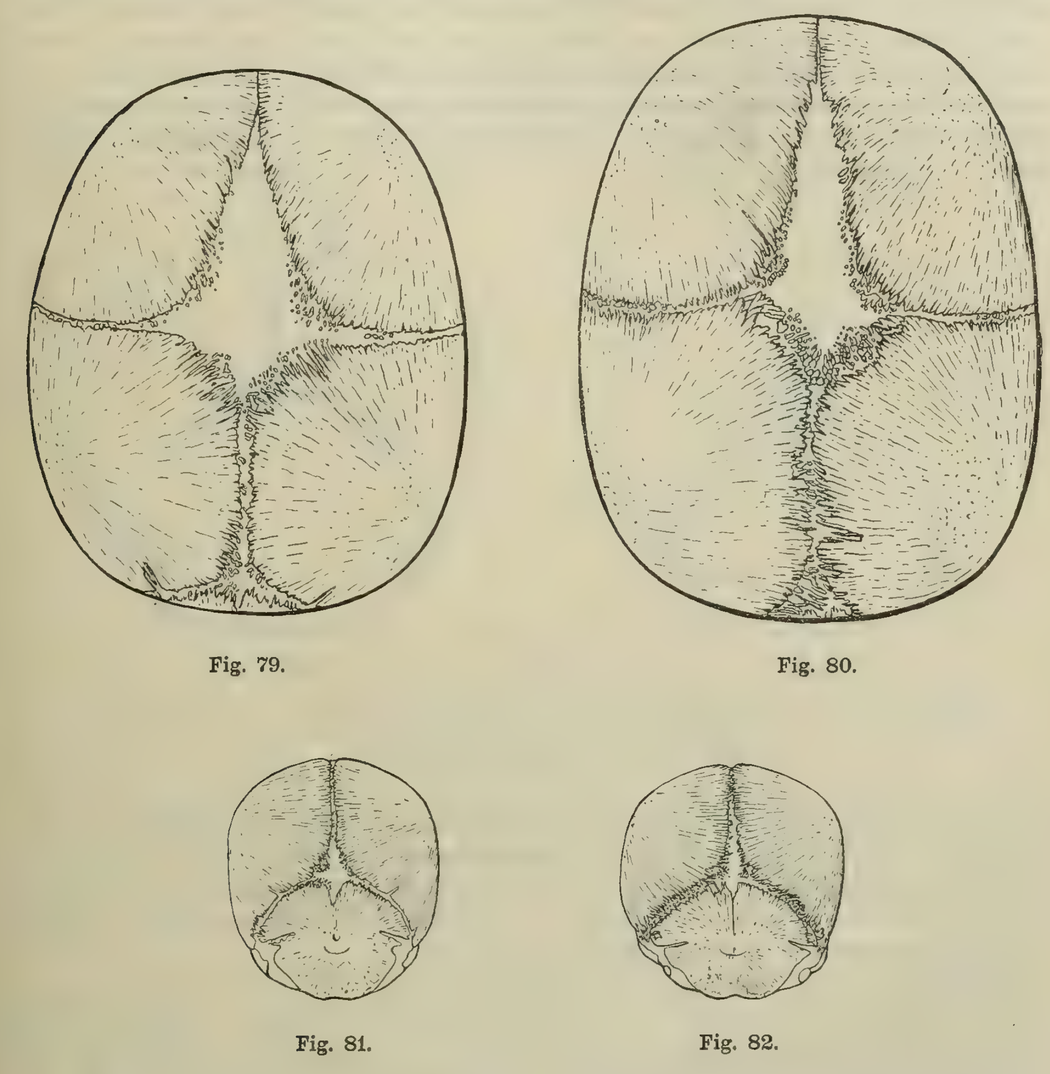


Fig. 79. Fig. 80.

Fig. 81. Fig. 82.

Fig. 79, 80, 81, 82. Schädel aus der 2. Hälfte des 5. Monats. Fig. 79 und 80, Ansicht von oben mit zahlreichen Knocheninselchen in der grossen Fontanelle, Kranznath und Sagittalnath. Natürliche Grösse. Fig. 81 und 82, Ansicht von hinten mit Knocheninselchen in der kleinen Fontanelle, Sagittalnath und Lambdanath. 1/2 der natürlichen Grösse.

kleinster Knocheninselchen besetzt. Namentlich in den Fontallen bieten diese Knochenarchipele mit ihren zahlreichen dichtgedrängten Inselchen ein interessantes Bild. Da sie die Ränder der die Fontanelle begrenzenden Knochen umstehen, bleibt gewöhnlich zuerst die Fontanelle in einer mittleren Längserstreckung von ihnen frei, sie bilden rechts und links

symmetrisch gelagerte, in der Mitte getrennte Gruppen. Auch in den noch weit offenen Schädelnäthen finden sich solche Reihen von Knocheninselchen; sie bilden meist eine einzige Linie, deren kleine Componenten theils mehr dem einen, theils mehr dem anderen Knochen angenähert sind, je nachdem sie zur Bildungssphäre des einen oder des anderen zählen, s. Fig. 83, 84.

Im normalen Verlauf der Knochenbildung verschmelzen diese Knocheninselchen mit dem Knochen, zu dessen Randwachsthum sie gehören, häufig aber erfolgt diese Verschmelzung nicht direct, sondern erst nachdem sich einzelne benachbarte Inselchen zu einem grösseren Complex vereinigt haben. Solche grössere Complexe, aus Knocheninselchen zu-

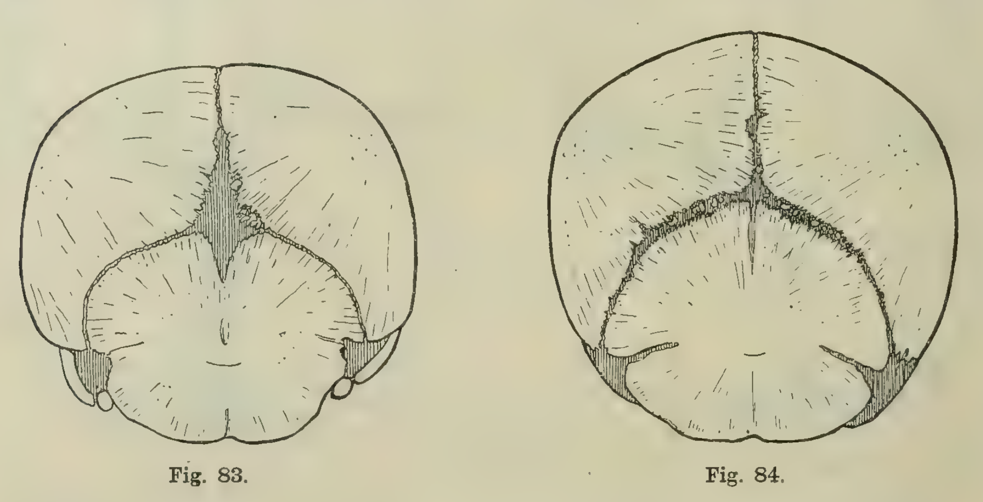


Fig. 83. Fig. 84.

Fig. 83 und 84. Ansicht von hinten in 1/2 Grösse des Objects, zur Demonstration der Bildung grösserer Complexe aus den kleinen Knocheninselchen. Fig. 83. Embryo aus der 2. Hälfte des 5. Monats, Fig. 84 aus dem 6. Monat.

sammengeflossen, welch letztere in diesem Entwickelungsstadium des Schädels normale, dem typischen Wachsthum der betreffenden Schädelknochen entsprechende Wachsthumsbestandtheile derselben sind, können durch individuell wirksam werdende Ursachen von dem Knochen, zu dessen Wachsthumssphäre sie gehören, isolirt bleiben und damit **accessorische selbständige Knochen** darstellen.

Daraus ergibt sich, dass, wenn im individuellen Fall die Verschmelzung eines solchen Knocheninsel-Complexes mit dem Knochen ausgeblieben ist, zu dessen Vergrösserung die vereinigten Knocheninselchen hätten beitragen sollen, der betreffende Knochen einen entsprechenden Defect in seiner Gesammtbildung aufweisen wird. Dieser Defect wird um so grösser werden können, da auch der anormal isolirt gebliebene accessorische Knochen aus der ihn rings umgebenden Nathsubstanz sich, ebenso wie die typischen Knochen selbst, vergrössert und ein selbständiges Wachsthum gewinnt.

Die Form der accessorischen Knochen ist, wie sich weiter ergibt, von der zur Zeit der Bildung der accessorischen Knochen bestehenden Form der durch „Nathsubstanz“ ausgefüllten Zwischenraumes zwischen den Nachbarknochen d. h. von der Form der Fortanelle bestimmt.

Nach der allgemeinen Erfahrung verschmelzen die Knocheninsel-Complexe in den Näthen nicht mit einander zu grösseren Knochen. Sie bleiben als die bekannten unregelmässigen Nathknöchelchen, Worm'sche Knochen, isolirt.

Immerhin kommt aber auch ein solches Verschmelzen gelegentlich vor, wodurch schmale, zwischen den in der Nath zusammenstossenden Knochen trennend eingeschobene, der fötalen Nathform im Wesentlichen entsprechende Knochenplatten entstehen. Die erste der untenstehenden Abbildungen, Fig. 85, zeigt eine solche Bildung in der Sagittalnath, die zweite, Fig. 86, eine noch vollständigere in der Kranznath bei Hylobates-

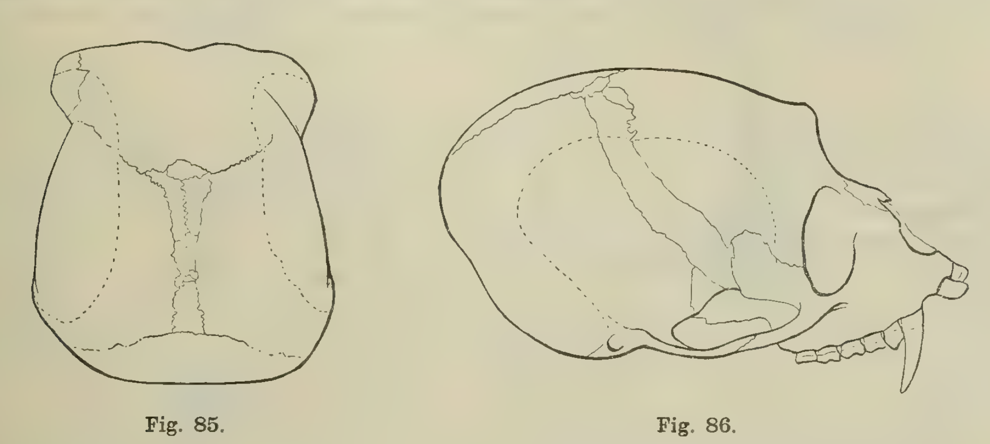


Fig. 85. Fig. 86.

Fig. 85. Schädel eines Hylobates concolor mit Nathknochenplatten in der Sagittalnath. 2/3 natürlicher Grösse.

Fig. 86. Schädel von Hylobates concolor mit zusammenhängender Nathknochenplatte in der rechten Kranznath. 2/3 natürlicher Grösse.

Schädeln. Beim Menschenschädel gehören z. B. hierher: accessorische Knochen, welche mit relativ langer vorderer Spitze zwischen die durch die Sagittalnath getrennten hinteren oberen Winkel der Scheitelbeine eingeschoben sind;[1]) am häufigsten finden sie sich aber, wie gesagt, zwischen Scheitelbein und Schläfenschuppe, deren Rand sie, wie allbekannt, als schmaler bogenförmiger Aufsatz folgen. Auch in der Lambdanath bilden sich derartige zusammenhängende Nathknochenplatten.

Viel häufiger als in den Näthen sind aber solche Verschmelzungen der accessorischen Knocheninselchen zu zusammenhängenden grösseren Knochen in den Fontanellen, zu Knochenplatten, welche der fötalen Form der Fontanelle mehr oder weniger und manchmal vollkommen entsprechen. Da die Knocheninselchen, wie wir sahen, von vorne herein symmetrisch doppelseitig, durch eine unverknöcherte Nathsubstanzzone getrennt, sich bilden, so erklärt sich daraus die relativ häufig bei den Fontanellknochen bleibende, mehr oder weniger oder vollkommen symmetrische Halbirung durch eine mittlere, den fötalen oder bleibenden Schädelnäthen entsprechende Nath.[2]) Bleibt die Verschmelzung der Knochen-

---

[1]) s. unten Spitzenknochen.

[2]) Dass das Gleiche auch bei den „Nathknochenplatten" erfolgen kann, zeigt die oben gegebene Abbildung Fig. 85.

inseln zu einer oder zwei grösseren Platten in der Fontanelle aus, so entstehen gelegentlich unregelmässige Trennungsnäthe zwischen ihnen, entsprechend jenen zwischen der Mehrzahl der Nathknochen zum Beispiel in der Lambdanath.

Die scheinbar typische Form der accessorischen Knochen, und unter diesen namentlich der Fontanellknochen, ist sonach durch ihre Bildungsgeschichte und durch die Form des Knochenzwischenraumes, in welchem sie entstehen, bedingt. Da aber die Formen der Knochenzwischenräume, der Fontanellen, während des Fötallebens

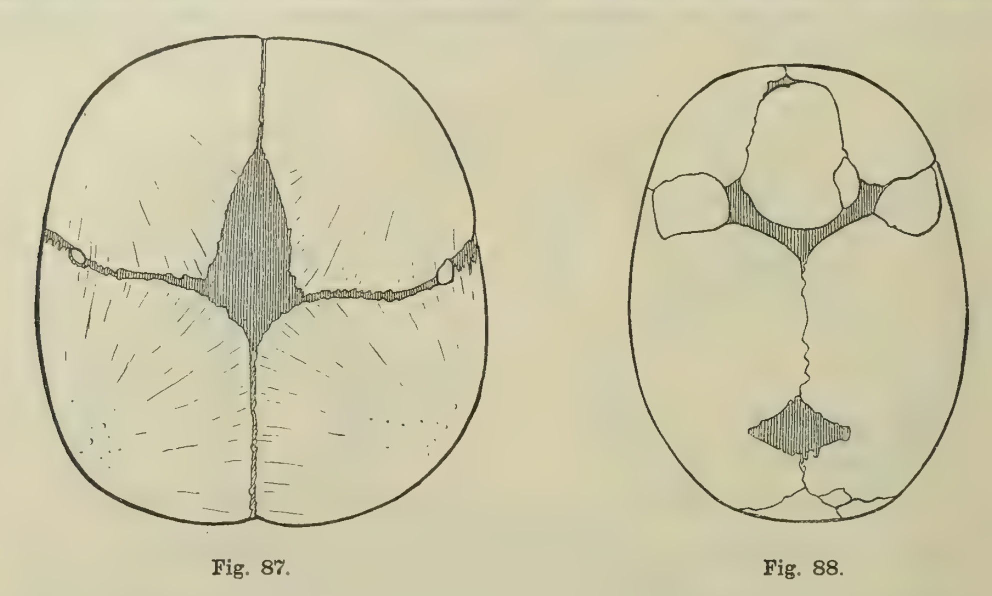


Fig. 87. **Fig. 88.**

Fig. 87. Schädel eines reifen Fötus mit symmetrischen Coronarnathknochen. 2/3 natürlicher Grösse.

Fig. 88. Gulliver's fötaler Schädel mit kolossalen symmetrischen Kranznathknochen. Daneben Fontanellknochen der grossen Fontanelle, sehr erweitertes, noch einfaches Foramen parietale. (Journal of Anatomy u. Physiology 1890/91. Proceedings of the Anat. Soc. of gr. B. and J. November 1890, S. 2.) Copie 2/3 des Originals.

individuell beträchtliche Verschiedenheiten aufweisen, erhalten auch die sie ausfüllenden Fontanellknochen wechselnde Gestalten, ein Verhältniss, welches unsere eingehende Würdigung erfahren muss im Zusammenhang mit den principalen überzähligen Knochen in der Hinterhauptsregion des Schädels.

Eine Anzahl von accessorischen Knochen, welche in verschiedenen Schädelnäthen sich finden und welche man bisher unbedenklich als Nathknochen oder Worm'sche Knochen bezeichnet hat, unterscheiden sich von diesen, wie gelegentlich schon angemerkt wurde, durch eine bestimmte Stellung innerhalb der Nath und durch manchmal symmetrisches Vorkommen auf beiden Schädelhälften. Fig. 87 und 88.

Es sind das in der That nicht einfache Nathknochen, sondern wahre Fontanellknochen, welche sich aber in fötalen Fontanellen gebildet haben zwischen elementaren Knochencomponenten des Schädels, die normal schon in frühen Stadien des Embryonallebens verschmelzen, wodurch die früh-fötalen Fontanellen sich bis an ihre Mündung in eine bleibende Schädelnath schliessen können.

Eines der schönsten Beispiele der Art bilden die symmetrischen Coronarnathknochen, welche etwa in der Mitte der Kranznath beiderseits am Schädel sich finden, manchmal von beträchtlicher Grösse sein können. Sie finden sich an der „vorderen fötalen Scheitelbeinfontanelle“ am vorderen Ende der „Scheitelbeinnath“, Parietalnath, welche schon im dritten Entwickelungsmonat gegen die Kranznath verschlossen zu sein pflegt, sich aber, wie oben S. 332 gezeigt, gelegentlich erhält. Gegen das Stirnbein zu besitzt, wie wir oben sahen, die das obere und das untere fötale Stirnbein trennende Parietalnath eine dreieckige, mit der Spitze nach hinten gewendete Erweiterung, eine wahre, von den drei hier im Bereich der Kranznath zusammenstossenden Knochen: Stirnbein, oberes und unteres fötales Scheitelbein, gebildete Fontanelle: „vordere fötale Scheitelbeinfontanelle“. Fig. 29—35.

Eine entsprechende Fontanelle findet sich auch im Bereiche der Lambdanath, annähernd in der Mitte des rechten und linken Schenkels, soweit beide dem Aussenrande der Oberschuppe des Hinterhauptbeins entlang laufen. Es ist das die „hintere fötale Scheitelbeinfontanelle“, der dreieckige mit seiner Spitze nach vorwärts gewendete Zwischenraum, mit welchem die fötale Scheitelbeinnath an der Lambdanath endigt. Fig 35. Auch hier finden sich, manchmal symmetrisch gelagerte, meist kleinere Fontanellknochen, welche an jungen Schädeln, an welchen Nathknochen der Lambdanath noch kleiner sind oder fehlen, leicht erkannt werden können. Die Erkennung wird schwer und unter Umständen unmöglich, wenn sie dicht gedrängt von wahren Nathknochen umgeben sind, denen sie in der Form mehr oder weniger entsprechen. Primär sind sie aber, ebenso wie die Fontanellknochen der vorderen Scheitelbeinfontanelle in der Kranznath, rundliche oder ovale Knochenplättchen, meist auch anfänglich grösser als die erst später wachsenden Nathknochen.

Der gleiche Bildungsmodus für accessorische Schädelknochen lässt sich auch an den Stellen anderer fötaler oder frühkindlicher Vereinigung elementarer Knochencomponenten am Schädel nachweisen. Die primär in der Zwischensubstanz zwischen drei zusammenstossenden Knochen, welche wir in diesem Sinne als Fontanellen bezeichnen dürfen, entstandenen Fontanellknochen, scheinen dann, wie die im Vorstehenden beschriebenen, beim ausgewachsenen Schädel in einer Nath zu liegen. Sie wurden daher bisher als Nathknochen bezeichnet, obwohl ihr an eine bestimmte Stelle des Schädels gebundenes und öfters symmetrisches Vorkommen auf beiden Schädelhälften ihre Verschiedenheit von jenen documentirt.

Ich bin auf dieses Verhältniss bei Orangutanschädeln aufmerksam geworden. Bei diesen gehören Nathknochen in der eigentlichen Lambdanath zu den Seltenheiten, dagegen finden sie sich relativ häufig an den Enden der „fötalen queren Hinterhauptsnath“, welche nicht verwechselt werden dürfen mit den allbekannten Fontanellknochen im „Fonticulus mastoideus s. Casseri der hinteren Seitenfontanelle (zwischen dem hinteren und oberen Umfang der Pars mastoidea des Schläfenbeins, dem hinteren unteren Winkel des Scheitelbeins und der Hinterhauptsschuppe), in deren oberes hinteres Ende die Sutura mendosa, resp. die fötale quere Hinterhauptsnath R. Virchow einmündet, s. Figur 89—91. Die betreffenden Knochen liegen im späteren Alter in dem unteren Endabschnitt der Lambdanath, welcher als Sutura petrooccipitalis bezeichnet wird, zwischen Petrosum und Occipitale superius gelegen. Nach unten und hinten setzt sich die hintere Seitenfontanelle gleichsam jederseits in die „Fuge“ (Sutura condylo-squamosa-Zaajer oder Sutura interoccipitalis posterior-Welcker)

zwischen den Gelenktheilen und der Unterschuppe (zwischen dem Occipitale superius und den Occipitalia lateralia) fort. Auch hier finden sich beim Menschen nur ganz ausnahmsweise, bei Orangutanschädeln häufig, nicht selten symmetrisch gelagerte, scheinbare Nathknochen resp. Fugenknochen; ebenso in den Fugen zwischen den Gelenktheilen und der Basis des Hinterhauptbeins (Occipitalia lateralia und Basioccipitale), sowie zwischen Basilare und Unterschuppe. Herr Hamy[1]) hat einige hierher gehörige für die Fötalzeit normale wahre Fontanellen und entsprechende normale Zwischenbildungen zwischen Schädelknochen als „anomale Fontanellen“ bezeichnet, ein Name, welcher vielleicht für den in der Mitte der Stirnnath zwischen den zwei Stirnnathhälften bei embryonalen Schädeln sich gar nicht selten findenden rundlichen oder längsovalen Knochendefect, in welchem sich entsprechend gestaltete Nathknochen bilden (s. oben), Geltung behalten mag, nicht aber für die anderen aufgeführten nach Hamy anomalen Fontanellen. Jeder fötale Schädel besitzt eine wahre Fontanelle zwischen den beiden Nasenbeinen und den beiden Stirnbeinhälften; sie ist meist dreieckig mit der Spitze gegen die Stirnnath einspringend, während die Nasennath an ihrem oberen Ende nur selten etwas erweitert ist. Die Fontanelle ist als Fontanella fötalis nasofrontalis zu bezeichnen. Ebenso besteht eine Central-Fontanelle der Hinterhauptsschuppe als eine normale Fontanelle zwischen den Elementarcomponenten der Oberschuppe des Hinterhauptbeins, Centralloch der Oberschuppe (s. unten).

Eine besondere Stellung nimmt Hamy's „anomale Fontanelle in der Sagittalnath“ in Anspruch. Etwa am Anfang des hinteren Drittels der Sagittalnath kommt manchmal ein „Nathknochen“ vor, welcher dem anfänglich einheitlichen von der Verknöcherung frei bleibenden „Scheitelbeinloch“, Foramen interparietale, entspricht. Der Knochen bildet sich in der Nathsubstanz dieser für das fötale Leben normalen unverknöcherten Stelle des Schädels, welche, wenigstens ihrer Form nach, einer Fontanelle entspricht. Ich möchte es übrigens für nicht ausgeschlossen halten, dass auch noch der erwähnte „Knochendefect“ in der Mitte zwischen den Stirnnathrändern der beiden Stirnbeinhälften, in welchem sich auch wie im Foramen interparietale gelegentlich ein accessorischer Knochen ausbildet, sich wie letzterer als eine entwickelungsgeschichtlich typische, gesetzmässige Oeffnung zwischen den Knochen der Stirn entpuppen könnte. —

Oben habe ich den accessorischen überzähligen Knochen des Schädels einen im gewissen Sinne zufälligen, halbpathologischen oder ganz pathologischen Charakter zugeschrieben. Aus dem Vorstehenden ergibt sich eine nähere Beleuchtung dieses Verhältnisses.

Nicht die Entstehung isolirter Knocheninselchen in den Näthen und Fontanellen trägt einen pathologischen Charakter. In der genannten mittleren Fötalepoche geht das normale Randwachsthum der Knochen der Schädelcapsel typisch mit der Bildung zahlreicher anfänglich isolirter Knocheninselchen einher, welche bald mit den nächstgelegenen Knochenrändern verschmelzen. Nicht das Entstehen, sondern das Bestehenbleiben isolirter Knochenpunkte an den betreffenden Stellen ist gewöhnlich das Anomale. Es bleiben, für eine gewisse Entwickelungsperiode normale, unverknöcherte Zwischenräume, zwischen Knochenherden, welche typisch mit einander verschmelzen sollten, dauernd als accessorische überzählige Näthe offen. Diese letzteren sind von den „principalen überzähligen Näthen“ zu unterscheiden, aber immerhin mögen die „individuellen Ursachen“, auf welchen im All-

[1]) Hamy, Ricerche sulle fontanelle anomale del cranio umano. Archivio p. l'antrop. et la etnolog. vol. II, S. 1.

gemeinen das Bestehenbleiben überzähliger Näthe beruht, ähnliche sein. Vielleicht ist die verschiedene Wirkung dieser Ursachen zum Theil nur durch die verschiedene Lebensepoche bedingt, in welcher sie sich geltend machen. Ich denke hiebei unter Anderem an gesteigerten Innendruck im Schädel, wodurch die Nathsubstanz elastisch gedehnt und dadurch die Vereinigung der durch die Dehnung zeitweise in grössere Entfernung von dem Hauptknochen gerückten accessorischen Knochenpunkte verzögert oder verhindert wird. Ich denke dabei aber nicht direct an „Wasseranhäufung in den Hirnhöhlen", worauf Blumenbach schon vor nahezu hundert Jahren hingewiesen hat, sondern an normalen Wachsthumsdruck von Seite des gerade in jener mittleren Lebensperiode des Fötus stärker wachsenden Gehirns. Darauf mag überhaupt die merkwürdige Veränderung des Randwachsthums der Hautknochen in jener Zeit zurückzuführen sein, da sowohl früher wie später die Vergrösserung des Knochens, normalerweise nicht durch ursprünglich getrennt entstandene kleine Knocheninselchen, welche bald in den Hauptknochen, an dessen Rand sie entstanden sind, hineingezogen werden und mit ihm verschmelzen, fortschreitet, sondern durch zusammenhängende, ununterbrochene Verlängerung der in der Nathsubstanz ausstrahlenden Randfasern und Verbindung derselben zu Randmaschen.

Wie gesagt, ist es irrig, die Art des Wachsthums durch Bildung und Verschmelzung kleiner Randkörnchen mit dem primären Knochenkern als die für alle früheren Fötalperioden giltige zu bezeichnen. Abgesehen von dem allerersten Auftreten der typischen Verknöcherungscentren ist weder früher noch später von der Bildung zahlreicherer isolirter Körnchen etwas zu sehen, so dass also für ihr nur zeitweiliges, normales, massenhaftes Auftreten und Wiederverschwinden um die Mitte der Fötalzeit eine besondere, ich denke die oben angedeutete, Ursache gesucht werden muss.

Damit stimmt es, dass auch schon im 3. Embryonalmonat durch pathologisch gesteigerten Innendruck im Schädel, durch Hydrocephalus, das Entstehen von Randkörnchen und ihre Vereinigung zu grösseren Inselchen in einer gewissen Entfernung vom Hauptknochen erfolgen kann, wie mir ein interessantes Präparat zeigt.

Die Fontanellknochen und speciell die Fontanellknochen der kleinen Fontanelle.

Die Mehrzahl der grösseren Fontanellknochen stammt, wie unsere Untersuchungen ergeben, aus dem 5. und 6. Embryonalmonat. Indem sie die ganzen Fontanellen ausfüllen, sind sie gleichsam Ausgüsse der letzteren und entsprechen mehr oder weniger vollkommen der Form der Fontanelle, welche diese in der Zeit der Bildung des Fontanellknochens besass.

Die Form der grösseren Fontanellknochen entspricht sonach im Allgemeinen des Form der betreffenden Fontanellen im 5. und 6. Embryonalmonat. Das Verhältniss ist, wie hervorgehoben, ähnlich wie jenes, welches wir für die accessorischen Nathknochenplatten gefunden haben.

Am unregelmässigsten ist in dieser Lebensperiode die hintere Seitenfontanelle, Fig. 89—91. Sie bildet öfters einen etwas unregelmässigen Winkel, dessen Spitze in die Lambdnath übergeht und dessen annähernd rechtwinkelig gegen einander stehende breite Schenkel die Aussenseite des Felsenbeins oben und hinten umgreifen, Fig. 89. Dieser unregelmässigen Form der Fontanelle, in welche in jener Zeit noch sechs offene Näthe einmünden, entspricht meist die Gestalt seiner Fontanellknochen, an welche sich an allen Nath-

mündungen noch weitere accessorische Knochen anlegen können, um das Verhältniss zu compliciren, Fig. 90.

Weit einfacher sind die Formverhältnisse der „vorderen Seitenfontanelle“, der Schläfenfontanelle, Fig. 89. Ihre Oeffnung erscheint manchmal als ein ziemlich regelmässiges,

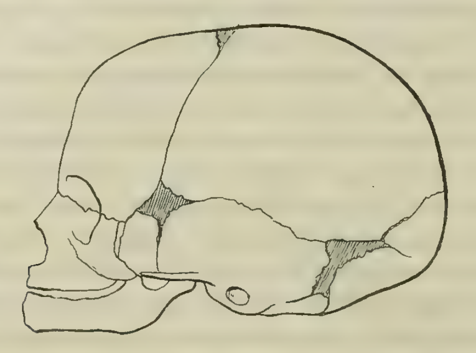


Fig. 89.

Schädel eines Neugeborenen in 1/2 Grösse zur Demonstration der Formen der vorderen und der hinteren Seitenfontanelle.

etwas schief von oben und vorn nach hinten und unten gestelltes längliches Dreieck. In anderen Fällen ist die Form ausgesprochen rautenförmig, Fig. 89, manchmal mit nach hinten ausgezogener Spitze, aber alle anderen Ecken der Raute können ebenfalls spitz ausgezogen

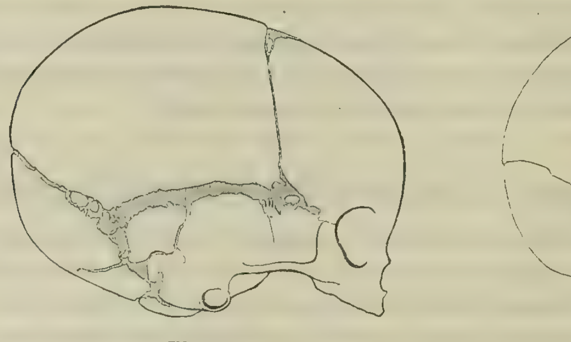


Fig. 90.

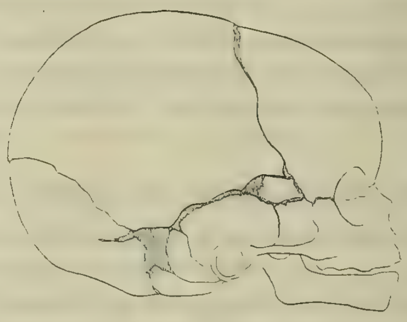


Fig. 91.

Fig. 90. Schädel eines Neugeborenen in 1/2 natürlicher Grösse, in der hinteren Seitenfontanelle eine kolossale Fontanellknochenplatte.

Fig. 91. Schädel eines Neugeborenen in 1/2 natürlicher Grösse, in der vorderen Seitenfontanelle, Schläfenfontanelle, eine kolossale Fontanellknochenplatte.

sein. Hie und da sind diese beiden Hauptformen mit einander insofern combinirt, als nur eine oder die andere Ecke des Vierecks spitz ausgezogen ist. Die Dimensionen der Fontanelle sind wechselnd, bald ist sie höher, bald niedriger. Die Fontanellknochen der Schläfenfontanelle, Fig. 91, entsprechen den angegebenen Formen: viereckig, rhombisch, einseitig zugespitzt oder mit abgerundeten Ecken, schmal, breit. Eine Schmalheit und unregelmässige Form wird

manchmal dadurch vorgetäuscht, dass gelegentlich der vordere obere Rand der Schläfenschuppe oder der hintere Theil des Oberrandes des grossen Keilbeinflügels auf den Fontanellknochen sich herüberschiebt.

Weit regelmässiger ist die Gestalt der grossen und kleinen Fontanelle. Fig. 43—46.

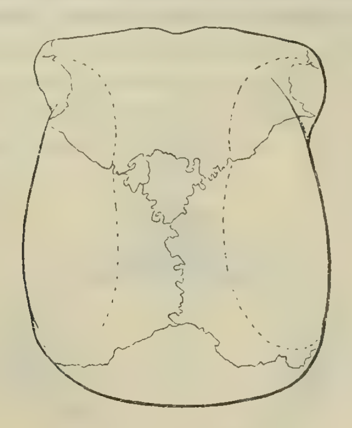


Fig. 92.

Schädel eines Hylobates concolor mit doppeltem Fontanellknochen der vorderen, grossen Fontanelle. $^1/_2$ natürliche Grösse.

Die vordere oder grosse Fontanelle bildet in der betreffenden Entwickelungsperiode eine manchmal sehr regelmässige Raute oder ein Rhomboid. Die obere und hintere Ecke dringt in der Richtung der Sagittalnath zwischen die Scheitelbeine, die vordere und untere zwischen die noch getrennten Hälften des Stirnbeins ein. Die beiden seitlichen Rautenecken reichen in die Anfänge der rechten und linken Coronarnathhälften. Meist ist die Rautenform insofern etwas verzerrt, als sich die Fontanelle nach vorne und unten zwischen die Stirnbeinhälften etwas mehr verlängert als nach oben und hinten zwischen die Scheitelbeine. Die Fontanelle erhält dadurch eine ausgesprochen Papierdrachen-ähnliche Form.[1]) Der die Fontanelle ausfüllende, manchmal doppelte, Fontanellknochen, Fig. 92, zeigt der Form der Fontanelle entsprechend eine mehr oder weniger, manchmal ausgesprochen regelmässig viereckige rhombische oder rhomboidische Gestalt.[2]) Im vorderen Ende der Sagittalnath findet sich manchmal ein länglich viereckiger accessorischer überzähliger Knochen, welcher das Stirnbein, ohne in dasselbe einzudringen, nur berührt. Es ist eine der oben geschilderten Nathknochenplatten, da er mit der Fontanelle nicht direct zu sammenfällt. —

---

[1]) Die Fontanellknochen der grossen Fontanelle waren schon den älteren Aerzten bekannt; sie wurden, worauf J. Hyrtl hinweist, als Heilmittel gegen die fallende Sucht angewendet und daher Ossicula antiepileptica genannt.

[2]) Ein derartiger Fontanellknochen findet sich an einem aus Würzburg stammenden Schädel der anatomischen Sammlung in Jena; derselbe greift mit der einen Spitze in das Stirnbein, mit der anderen zwischen die Scheitelbeine in die Sagittalnath ein. J. F. Meckel erwähnt aus eigener Anschauung vier solcher Art gestaltete Fontanellknochen der grossen Fontanelle, und weist auf weitere Beobachtungen solcher von van Doeveren, Sandifort, Hebenstreit, Stehelin a. A. hin. J. F. Meckel, Handbuch der pathologischen Anatomie. Bd. I. S. 328—330.

Die hintere oder kleine Fontanelle zeigt zwei verschiedene Hauptformen, sie erscheint einmal als Rhombus, das anderemal und zwar häufiger als Dreieck, Fig. 93—95. Die letztere Form ist die allgemein bekannte. Der Oberrand der Hinterhauptsschuppe erscheint im letzteren Fall kaum gewölbt, fast gerade von rechts und links als Unterrand der Fontanelle verlaufend, deren Spitze, gegen die Sagittalnath gewendet,



Fig. 93.

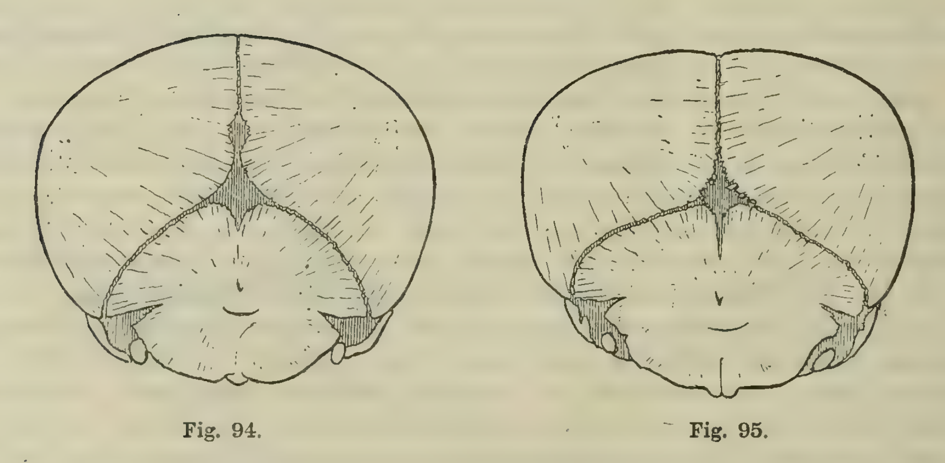


Fig. 94. Fig. 95.

Fig. 93, 94, 95. Die zwei Hauptformen der hinteren Fontanelle im 5. und 6. Monat. Fig. 93. Fontanelle dreieckig. Fig. 94 und 95. Fontanelle rautenförmig, bei 95 beginnende Bildung des Fontanellknochens.

mehr oder weniger tief zwischen die Scheitelbeine von hinten her eindringt, Fig. 93. In der Mitte des Oberrandes der Schuppe zeigt sich so gut wie ausnahmslos in dieser Lebensepoche eine tief in die Schuppe eindringende Spalte, gleichsam die Sagittalnath fortsetzend. Es kommt nun nicht selten vor, dass diese Mittelspalte der Hinterhauptsschuppe am oberen Schuppenrand mit einer weiten, rechts und links sich ausbiegenden, Oeffnung beginnt, wodurch die Schuppe ausgesprochen zweilappig erscheint. Die Fontanelle springt dann auch

mit einer zweiten unteren Spitze in die Hinterhauptsschuppe ein und gestaltet sich damit zum Rhombus, ebenso gelagert wie die grosse Fontanelle, Fig. 94 und 95.

Diese Rautenform ist oft mit einer vollkommeneren Ausbildung des Lambdawinkels der Oberschuppe verbunden, die Oberschuppe spitzt sich nach oben, trotz der sagittalen Lappung in der Mitte, mehr zu. Die hintere Fontanelle wird dadurch kleiner und kann so gut wie vollkommen verschwinden, die Spitze der Schuppe füllt dann die hintere Fontanelle ganz aus, die Sagittalnath mit ihrer Fortsetzung in die Oberschuppe, der sagittalen Mittelspalte derselben, bilden dann mit den beiden Schenkeln der Lambdanath ein Kreuz mit schief nach abwärts gewendeten Seitenarmen, Fig. 96.

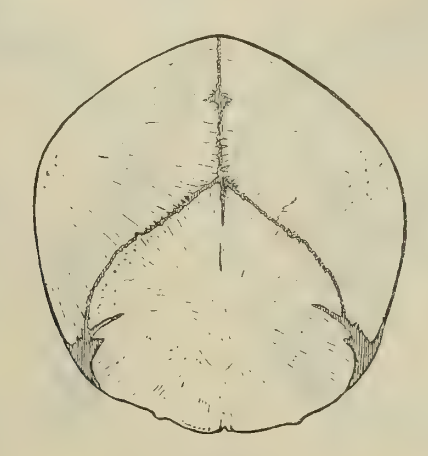


Fig. 96.

Embryo-Schädel aus der 2. Hälfte des 10. Monats. Hintere Fontanelle ganz klein, der Lambdawinkel der Oberschuppe schon ausgebildet.

Der hinteren Fontanelle haben wir mit Hinblick auf die individuellen Bildungen der Hinterhauptsschuppe besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Sollen doch nach den Herren J. F. Meckel und R. Virchow u. A. in der hinteren Fontanelle beim Menschen zwei verschiedene Bildungen entstehen: 1. Spitzenknochen (Meckel's IV. Paar der Ossificationscentren) und 2. Fontanellknochen.

Nach der oben S. 374 gegebenen Definition des Herrn R. Virchow sollen sich diese beiden Bildungen durch die Form ihres Unterrandes im Verhältniss zur Oberschuppe unterscheiden. „Ich bin“, sagt er, „geneigt, alle diejenigen „Schaltknochen“ an der Spitze der Hinterhauptsschuppe als fonticulär (Fontanellknochen) zu betrachten, welche eine mehr unregelmässige oder, wenn regelmässig, eine einseitige mit einer medianen Spitze nach abwärts, zuweilen sogar sehr tief in die Schuppe eingreifende Gestalt besitzen. Dagegen möchte ich die dreieckigen, mit einer einzigen Spitze gegen den Winkel der Lambdanath gerichteten, dagegen geradlinig gegen die Schuppe abgegrenzten Knochen als Theile der letzteren, also als occipitale Bestandtheile ansehen“ (Spitzenknochen).

Die von Herrn R. Virchow gemachte Unterscheidung demonstriren die Beobachtungen in Hinsicht auf die unterschiedenen beiden Hauptformen auf das deutlichste. Ich gebe hier

zwei Abbildungen fötaler Schädel, Fig. 97 und 98, von welchen die eine zwei typische Spitzenknochen, die andere einen typischen Fontanellknochen der hinteren Fontanelle darstellt. Aber das ergeben die oben schon mitgetheilten Abbildungen der verschiedenen Formen der hinteren Fontanelle des menschlichen Fötus auch ohne weiteres, dass auch hier im Wesentlichen nichts anderes vorliegt als die Ausfüllung der Fontanelle durch accessorische Knochenbildung, deren verschiedene Formen abhängig sind von der verschiedenen Form der von ihnen vollständig ausgefüllten Fontanelle, deren Ausguss diese accessorischen Knochenbildungen darstellen.

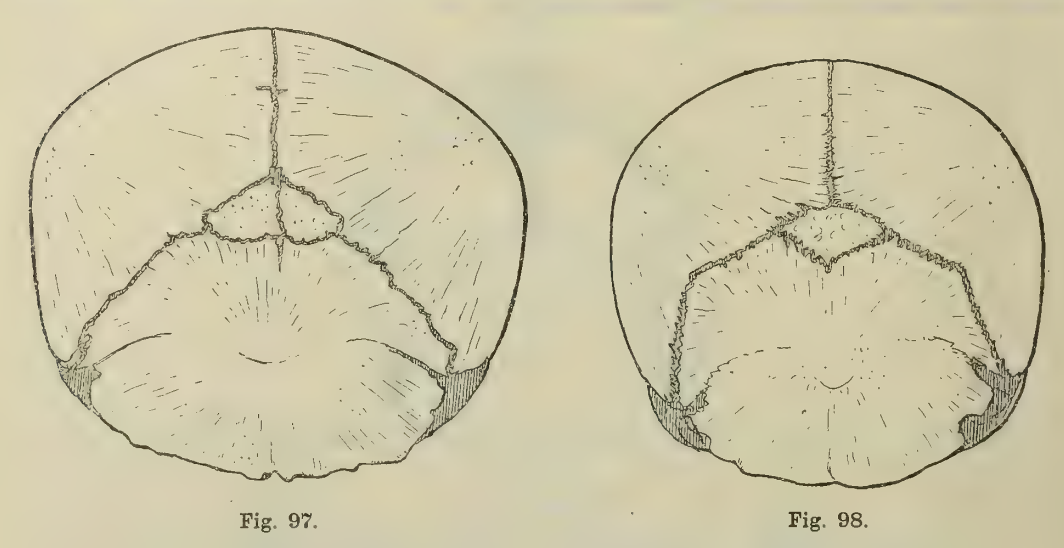


Fig. 97. Fig. 98.

Fig. 97 und 98. Embryonen-Schädel aus der 2. Hälfte des 10. Monats, $^{2}/_{3}$ Grösse.

Fig. 97. „Spitzenknochen" im Lambdawinkel nach R. Virchow's Definition mit geradem Unterrand, im ganzen dreieckig.

Fig. 98. „Fontanellknochen" nach R. Virchow's Definition, rautenförmig mit unterer in die Hinterhauptsschuppe einschneidender Spitze.

Es handelt sich in der That in beiden Fällen um Fontanellknochen, deren verschiedene Formen von den individuellen Differenzen des Wachsthums des Oberrandes der Oberschuppe des Hinterhauptbeins abhängen. Bei beiden Formen der accessorischen d. h. „halbpathologischen" Ausfüllung der hinteren Fontanelle: Spitzenknochen und Fontanellknochen, handelt es sich um die gleiche Art der Knochenbildung. Während die Oberschuppe den ausgesprochen faserigen Bau der principalen Hautknochen zeigt, geben die beiden accessorischen Knochengebilde ihre Entstehung aus Körnchen noch durch eine sehr charakteristische „körnige" Structur zu erkennen, welche sich bei allen Füllknochen der hinteren Fontanelle nachweisen lässt.

Die Abbildungen fötaler Hinterhauptsschuppen, Fig. 99—102, zeigen den Uebergang schön ausgebildeter doppelter Spitzenknochen, „mit geradlinig gegen die Schuppe abgegrenztem" Unterrand, in die Form der rautenförmigen (doppelten) Fontanellknochen mit einer oberen im Lambdawinkel liegenden und einer unteren in die Schuppe tief einschneidenden Spitze.

Von diesen beiden regelmässigen Bildungen: den Spitzenknochen und den Fontanellknochen, gibt es nun auch alle möglichen Uebergänge zu mehr und mehr unregelmässigen Formen. Bei der Wichtigkeit der Frage gebe ich noch eine Anzahl von Abbildungen,

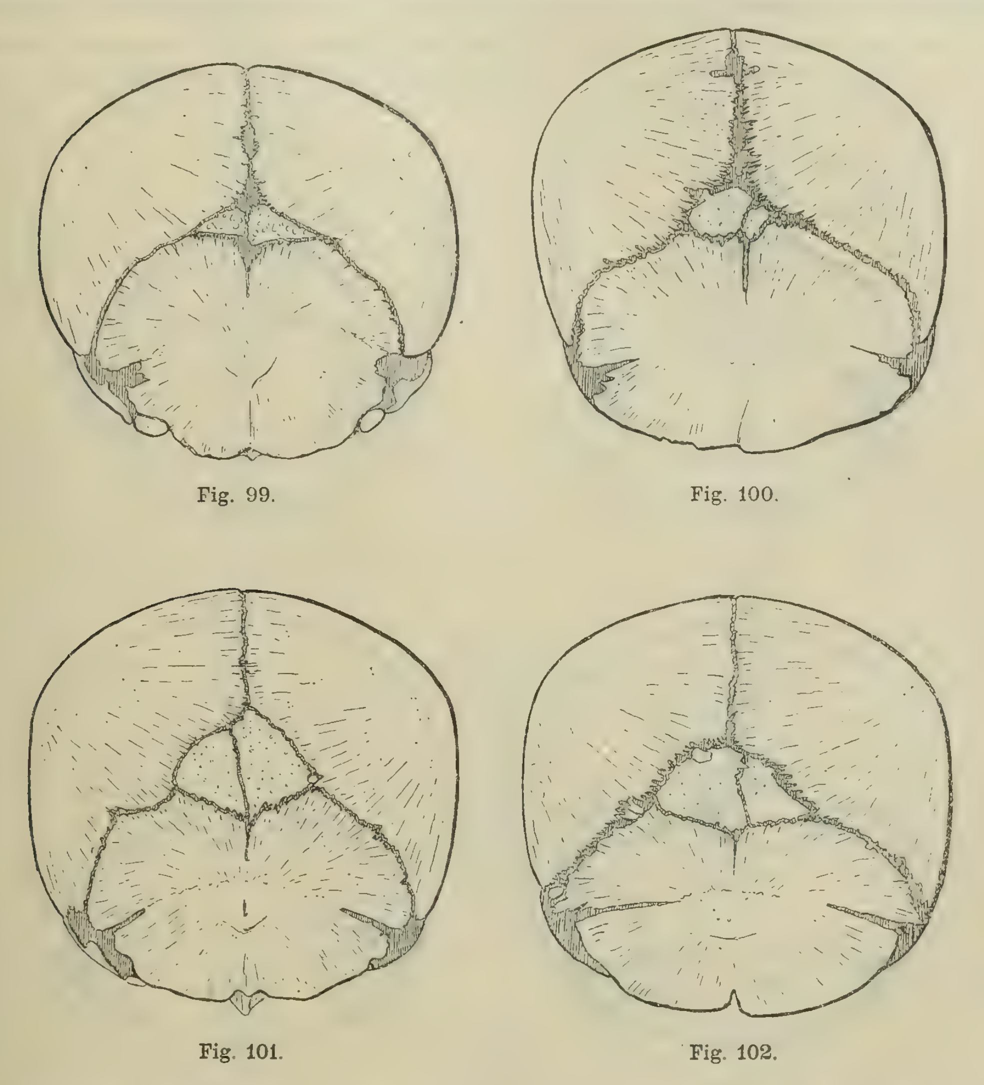


Fig. 99. Fig. 100. Fig. 101. Fig. 102.

Verschiedene Formen der hinteren Fontanellknochen von Fötenschädeln, zur Demonstration des Uebergangs der dreieckigen Spitzenknochen in rautenförmige Fontanellknochen. Fig. 99. Schädel aus dem 6., die anderen aus der 2. Hälfte des 10. Monats. $^2/_3$ Grösse.

von denen die eine Reihe die Bildung von einheitlichen Fontanell- resp. Spitzenknochen demonstrirt (Fig. 103—106), die andere Reihe (Fig. 107—109) die der einseitigen Bildungen, welche auf die rechte oder linke Seite der Spitze des Lambdawinkels der Oberschuppe beschränkt sind: einseitige Spitzen- und Fontanellknochen.

Die „Spitzenknochen“ sind in ihrem Wesen identisch mit den „Fontanellknochen der hinteren Fontanelle“, beide sind halbpathologische Knochenbildungen und daher als **accessorische überzählige Knochen** des Schädels von den **principalen** zu trennen.

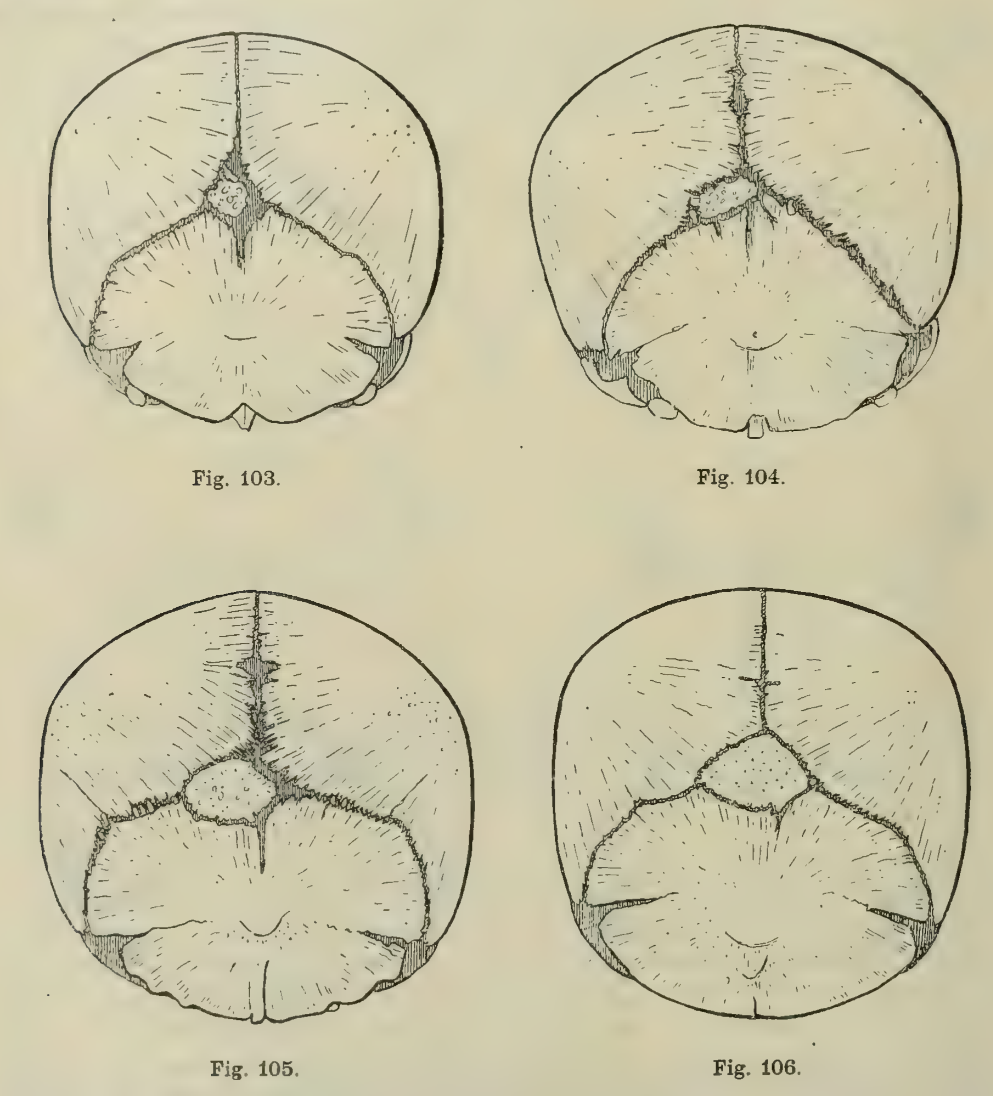


Fig. 103. Fig. 104.

Fig. 105. Fig. 106.

Fig. 103, 104, 105, 106. Fötale Schädel mit verschiedenen Formen eines einheitlichen Fontanellknochens der hinteren Fontanelle. Fig. 103 aus dem 6. Monat, Fig. 104 aus dem 9. Monat, Fig. 105 und 106 aus der 2. Hälfte des 10. Monats. Alle in $^2/_3$ Grösse.

In diesem Sinne ist das IV. Meckel'sche Paar der Ossificationscentren und mit ihm die oben besprochene Sutura fötalis transversa ossis occipitalis superior, d. h. die obere, die Spitzenknochen von der übrigen Oberschuppe des Hinterhauptes abtrennende

Quernath, aus dem Schema der **principalen Verknöcherungscentren der Hinterhauptsschuppe zu streichen.**

Die Entstehung der Spitzen- und Fontanellknochen sind nicht im typischen Entwickelungsgang der menschlichen Hinterhauptsschuppe begründet, sie treten daher wie die anderen halbpathologischen accessorischen überzähligen Knochen des Schädels erst spät und nicht regelmässig sondern nur in einzelnen Fällen auf.

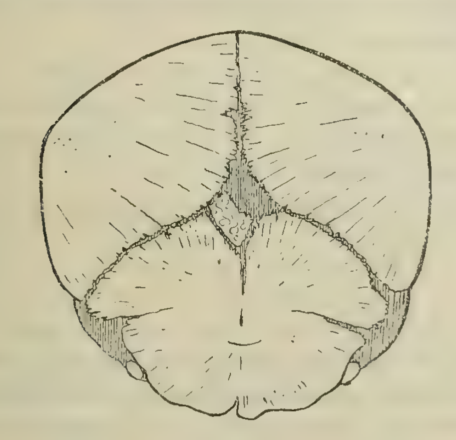


Fig. 107.

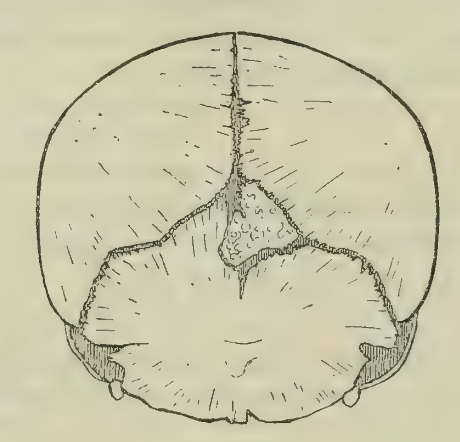


Fig. 108.

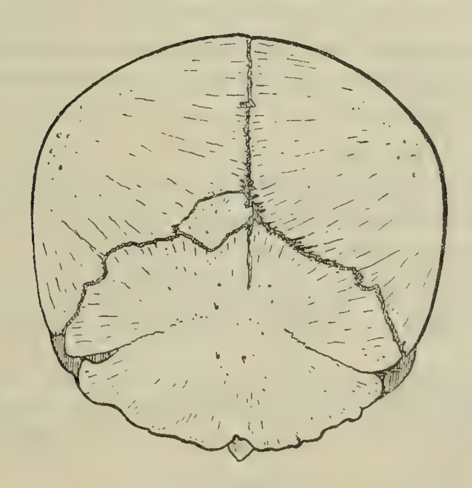


Fig. 109.

Fig. 107, 108, 109. Fötale Schädel mit einseitigem (halbseitigem) Fontanellknochen der kleinen Fontanelle. Fig. 107 und 108 aus dem 6. Monat, Fig. 109 aus der 2. Hälfte des 10. Monats. Alle $^{2}/_{3}$ Grösse.

II. Statistische Zählungen an 170 Embryonenschädeln der altbayerischen Bevölkerung.

A. Die Spitzenknochen.

Die Bildung der Schaltknochen fällt nach der oben gegebenen Darstellung ihrer Entstehung im Wesentlichen auf den 6. Entwickelungsmonat. Vorher fehlen sie vollkommen, nachher verschwinden sie zum Theil wieder.

Ich habe darauf geprüft:

10 Schädel aus dem 3. Monat,
10 Schädel aus dem 4. Monat,
28 Schädel aus dem 5. Monat.

Unter diesen Schädeln zeigte keiner auch nur einen kleinen Schaltknochen oder Spitzenknochen, dieselben fehlten gänzlich.

Ich habe weiter darauf geprüft:

28 Schädel aus dem 6. Monat.

Unter diesen zeigten 4 Schädel gut ausgebildete oder sich entwickelnde Spitzenknochen, einer einen Fontanellknochen der hinteren Fontanelle. Das gibt 5 auf 28 oder 18%; 18 Schädel auf 100 haben danach im 6. Entwickelungsmonat Spitzen- und Schaltknochen, oder 14% Spitzenknochen allein. Ausserdem habe ich zu dieser Statistik beigezogen

94 Schädel aus dem 7. bis 10. Monat (Schluss).

Von diesen besassen 6 Schädel Spitzenknochen und 6 Fontanellknochen. Das gibt 12 auf 93 oder 13%; 13 Schädel auf 100 haben danach in den späteren Entwickelungsmonaten, nach dem Ablauf des 6. Monats, Spitzen- und Schaltknochen, oder 6,5% Spitzenknochen allein.

Aus dieser Zählung ergibt sich:

Die Spitzenknochen und Schaltknochen der hinteren Fontanelle entstehen beim Menschen im 6. Entwickelungsmonat. Nach dem 6. Monat entstehen neue Bildungen der Art normal nicht mehr.

Der letztere Satz ergibt sich daraus, dass die Zahl der Spitzen- und Schaltknochen nach dem 6. Monat nicht mehr zu-, sondern thatsächlich abnimmt, was sich im späteren Leben noch steigert.

Der Gang der Gesammt-Entwickelung ist:

		Anzahl der „Spaltknochen" in der hinteren Fontanelle:
170	48 Schädel aus dem 3. bis 5. Monat (Schluss)	0 = 0%
	28 Schädel aus dem 6. Monat	5 = 18%
	94 Schädel aus dem 7. bis 10. Monat (Schluss)	12 = 13%
2498	Schädel Erwachsener	132 = 5%

Aus dieser Reihe ergibt sich:

Eine Anzahl der im 6. Monat entstandenen „Schaltknochen" der hinteren Fontanelle verwächst noch mit der Oberschuppe und verschwindet dadurch bis zum Ende der fötalen

Entwickelung, die Zahl der Schaltknochen vermindert sich dadurch von 18% im 6. Monat auf 13% in den späteren Monaten bis zur Geburt. Dieser Verschmelzungsprocess setzt sich bis zum erwachsenen Alter noch fort, dadurch verschwindet die überwiegende Mehrzahl der fötal (im 6. Monat) angelegten Schaltknochen der hinteren Fontanelle, von 18% bleiben bei den Erwachsenen nur noch 5% übrig.

Die „Spitzenknochen“ sind nach diesen Ergebnissen von den epactalen überzähligen Knochen im eigentlichen Sinne zu trennen und mit den Fontanellknochen zu den halbpathologischen **accessorischen Knochen** des Schädels zu stellen.

Dagegen erweisen sich die zur engeren Gruppe des **Os Incae** gehörigen überzähligen Knochen als normale fötale Bildungen, so dass wir dieselben unter die **principalen Knochen** des Schädels einzureihen haben. —

Im Vorausgehenden (S. 378) habe ich die in die Gruppe des Os Incae zu rechnenden individuellen Bildungen der Hinterhauptsschuppe des Menschen nach meinen statistischen Erhebungen an Schädeln Erwachsener aus der altbayerischen Landbevölkerung geschildert. Die Untersuchung an fötalen Schädeln zeigt den Zusammenhang der epactalen überzähligen Knochen des Hinterhauptes mit den geschilderten entwickelungsgeschichtlichen Verhältnissen noch deutlicher. Ausserdem finden sich bei fötalen Schädeln noch Reste und Spuren aus der ersten Anlage der Hinterhauptsschuppe relativ häufig, welche bei Erwachsenen so gut wie ganz fehlen, deren vereinzeltes Vorkommen sich nun aber genügend erklären lässt.

B. Die zur engeren Gruppe des Os Incae gehörigen Bildungen bei älteren fötalen Schädeln (vom 4.—10. Monat).

Am Anfang des 4. Entwickelungsmonats sind normal die einzelnen principalen Bauelemente der Hinterhauptsschuppe des Menschen, bis auf Reste der sagittalen Mittelspalte der Oberschuppe und beiderseits die Sutura mendosa, verwachsen. Individuell ergeben sich hierin die auffallendsten Differenzen: eine mehr oder weniger grosse Anzahl der isolirt angelegten Ossificationsgebiete kann ganz oder theilweise die ursprüngliche Trennung noch aufweisen und so überzählige epactale Knochen oder Spalten, Näthe und Oeffnungen darstellen.

Ich habe bisher niemals ein Getrenntbleiben des gesammten Interparietale, der ganzen Oberschuppe von der Unterschuppe, Os occipitale superius, beobachtet, weder bei älteren Föten noch bei Erwachsenen. Die betreffende Trennungsspalte, welche im 3. Monat noch weit zu sein pflegt, ist gegen Ende des Monats vollkommen verwachsen. Dagegen bleibt die Sutura mendosa in mehr oder weniger ausgedehnten Resten bis nach der Geburt, ja in Einzelfällen bei Erwachsenen, noch offen. In einzelnen Fällen sehen wir sie, wie schon oben angedeutet, die Oberschuppe vollkommen quer durchtrennen.

2. Neue Untersuchungen an Embryonen vom 4. Entwickelungsmonat bis zur Reife.

Schneidet in dieser Weise die Sutura mendosa als Sutura transversa squamae occipitalis R. Virchow quer durch das ganze Interparietale, wobei das „Hautknochenergänzungsstück“ mit dem Occipitale superius verschmolzen bleibt, so werden die individuellen Bildungen des abgetrennten Theils des Interparietale, der „Oberschuppe“, sich verschieden darstellen, je nachdem die drei im 3. Fötalmonat annähernd sagittal in den Oberrand der Oberschuppe

einschneidenden Spalten verwachsen sind, oder alle oder einzelne von ihnen noch offen stehen. Es sind die gleichen individuellen Bildungen der Oberschuppe, welche oben in der Beschreibung der „Anomalien der Hinterhauptsschuppe im Sinne Meckels nach meinen statistischen Aufnahmen“ [1]) für 2489 erwachsene Schädel der altbayerischen Landbevölkerung dargestellt worden sind. Ich habe diese Verhältnisse nun auch an 150 Schädeln älterer Föten und Neugeborener gleichen Stammes geprüft und bei ihnen dieselben Einzelformen der überzähligen Knochen in der Hinterhauptsgegend gefunden wie bei den Erwachsenen. Jedoch fehlt bis jetzt noch die Beobachtung eines ungetheilten Os Incae proprium, welches nach Herrn von Tschudi bei den Alt-Peruanern an Neugeborenenschädeln typisch sein soll. Unserem Stamm kommt diese Bildung im Allgemeinen sonach gewiss bei Neugeborenen und Föten nicht häufiger vor als bei Erwachsenen. Das Gleiche gilt für die schwäbische Bevölkerung, aus dem Württembergischen Unterland um Stuttgart, nach den Untersuchungen und Abbildungen G. Hartmanns.[2])

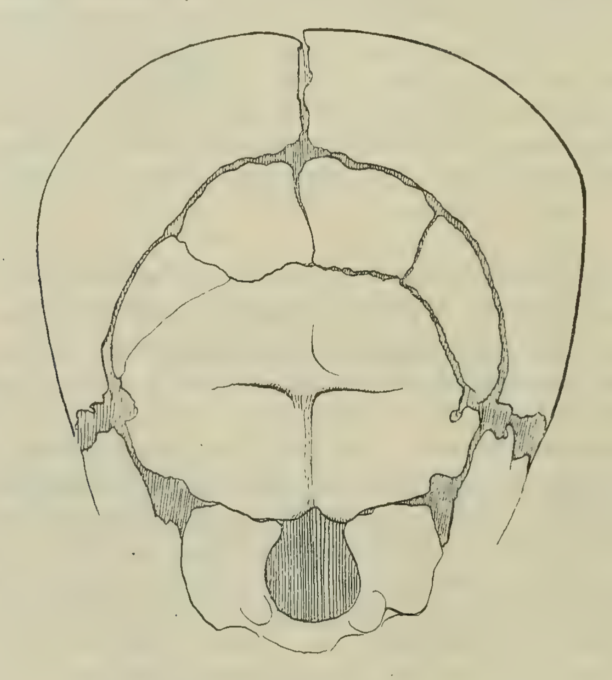


Fig. 110.

Schädel eines Neugeborenen in Norma occipitalis mit Os Incae quadripartitum, wenig verkleinert.

Das Os Incae quadripartitum, den viertheiligen Inkaknochen habe ich einmal beobachtet; alle Näthe waren offen bis auf den dem linken lateralen Os Incae entsprechenden Abschnitt der Sutura mendosa, der fötalen queren Hinterhauptsnath. Die Bildung entspricht im Wesentlichen dem von Herrn Giulio Chiarugi beschriebenen Hinterhauptbein eines

---

[1]) Oben S. 364.

[2]) G. Hartmann, Beiträge zur Osteologie der Neugeborenen. Doctordissertation. Tübingen 1869.

Neugeborenen, der italienische Forscher hat jedoch nur das linke laterale Os Incae vollkommen individualisirt gesehen.

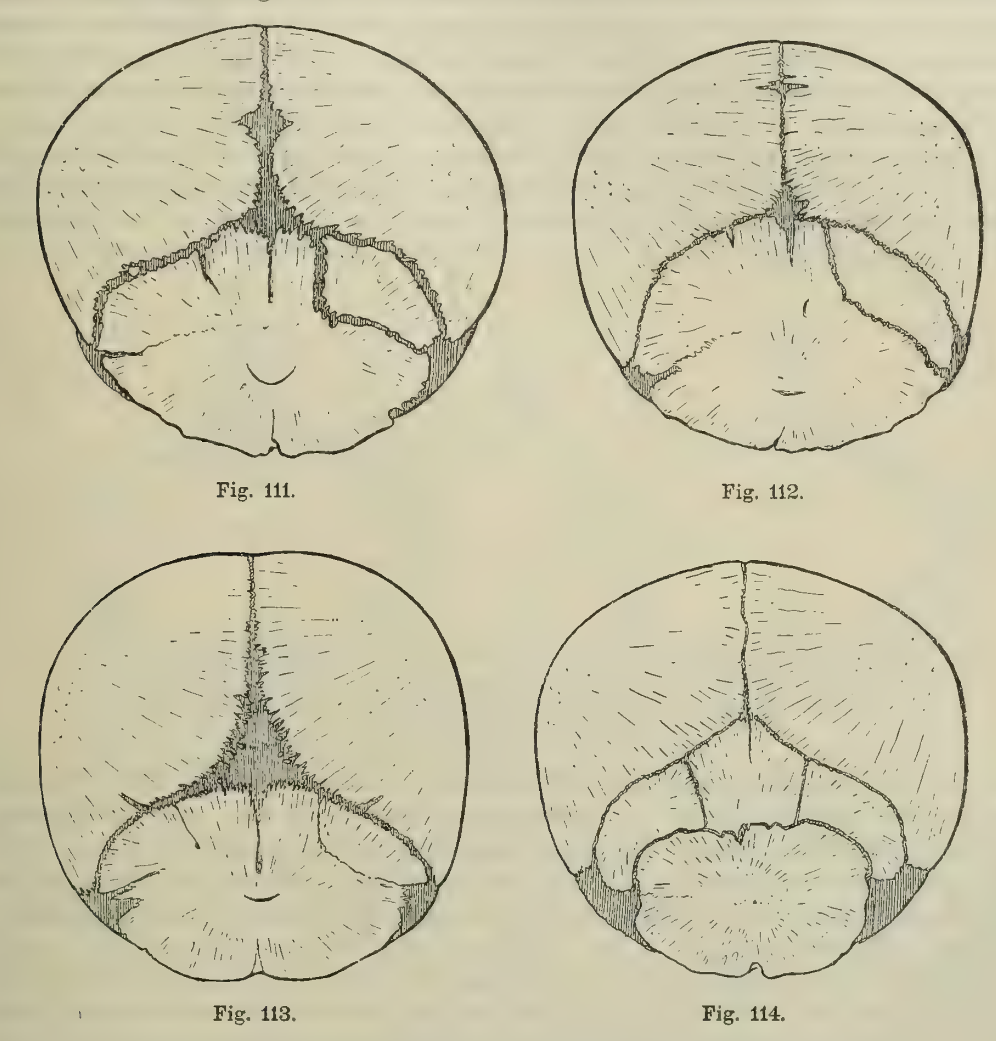


Fig. 111. Fig. 112.

Fig. 113. Fig. 114.

Fig. 111, 112, 113. Fötenschädel mit vollkommen individualisirtem Os Incae laterale dextrum, ausserdem sind noch offen die mittlere Sagittalsutur, die linke Randspalte und die Sutura mendosa links. Rechts schneidet die Sutura mendosa bis zur tief herab offenen rechten Randspalte durch. In $^2/_3$ Grösse. Fig. 111 aus der 2. Hälfte des 10. Monats, Fig. 112 Ende des 9. Monats, Fig. 113 Mitte des 5. Monats.

Fig. 114. Fötaler Schädel aus dem 7. Monat mit Os Incae tripartitum. $^2/_3$ natürlicher Grösse.

Derartige unvollkommene Individualisirungen der vier typischen Occipitalplatten des Menschen habe ich mehrfach in sehr verschiedener Ausbildung beobachtet. Von den drei Abbildungen Fig. 111—113 zeigen die beiden ersten das rechte Os Incae laterale vollkommen individualisirt, die Sutura mendosa schneidet rechts bis zur rechten Randspalte

(rechte Parallelspalte zur mittleren Sagittalspalte der Oberschuppe) durch. Links ist die Sutura mendosa, von welcher sich deutliche Spuren weit in die Schuppe hinein erstrecken, grösstentheils verwachsen, aber ausser der vollkommen offenen rechten Randspalte ist auch die sagittale Mittelspalte und die linke Randspalte in den drei Präparaten in etwas verschiedener Tiefe offen. Bei dem Fötus Fig. 113 zeigt das ganze Os Incae laterale dextrum Spuren beginnender Verwachsung mit der Umgebung.

Das Os Incae tripartitum ist vollkommen in allen seinen Theilen individualisirt Fig. 114; die Sutura mendosa schneidet vollkommen durch die Oberschuppe hindurch, die beiden Randspalten sind ebenfalls vollkommen offen und in Verbindung mit der Quernath. Dadurch sind rechts und links die lateralen Inkaknochen, das Os Incae laterale dextrum und

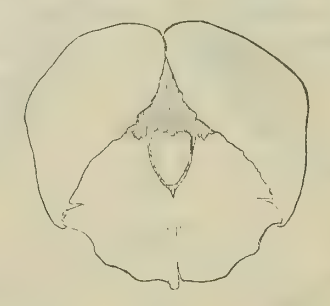


Fig. 115.

Fötaler Schädel aus dem Anfang des 5. Monats mit vollkommener Individualisirung unseres III. Paares der Ossificationscentren der Oberschuppe als Os Incae medium. Centralloch der Oberschuppe mit den beiden von ihm ausgehenden Randspalten vollkommen offen, die mittlere Sagittalspalte bis auf einen herzförmigen Einschnitt verwachsen. Natürliche Grösse.

sinistrum, als eigene Knochenindividuen abgegrenzt. Der mittlere Inkaknochen, Os Incae medium, zeigt bei diesem Schädel von oben her einschneidend noch einen nicht unbedeutenden Rest der sagittalen Mittelspalte, deren Durchschneiden das Os Incae medium zu dem zweigetheilten mittleren Inkaknochen, Os Incae medium dimidium dextrum und sinistrum, und dadurch den dreigetheilten Inkaknochen in den viergetheilten Inkaknochen, Os Incae quadripartitum, umwandelt.

Ganz besonders wichtig ist aber die Beobachtung einer vollkommenen Individualisirung unseres oberen mittleren Paares der Ossificationscentren der Oberschuppe (unseres III. Paares der Knochenkerne der Gesammthinterhauptsschuppe) noch vollkommen in der Gestalt, in welchem diese Ossificationscentren zuerst kenntlich werden, Fig. 115. Der Knochen, welcher als Os Incae medium zu bezeichnen ist, zeigt noch die herzförmige Gestalt seiner Bildungscentren aus dem 3. Fötalmonat, in der Mitte weist eine ausgerundete Lappung auf die hier verstrichene sagittale Mittelspalte hin. Das Centralloch der Oberschuppe und die beiden mit diesem in offener Verbindung stehenden Randspalten sind bis zum Oberrand der Oberschuppe noch offen. Die Sutura mendosa ist jederseits nur kurz und schmal. Die Vergleichung dieses Präparates mit dem Hinterhauptsbein der Embryonen Nr. 7 und 9, Fig. 74 und 76, ergibt die vollkommene Uebereinstimmung der in Frage stehenden Bildungen. Das herzförmige Mittelstück der Oberschuppe zeigt sich nach unten von dem etwas erweiterten, aber spitz werdenden Centralloch begrenzt.

Die sagittale Mittelspalte und die Randspalten, welche an den Schädeln von Erwachsenen nur dann sich erhalten, wenn entsprechende zur Gruppe des Os Incae gehörige überzählige Knochen der Hinterhauptsschuppe individualisirt bleiben, sind in so zahlreichen Fällen bei älteren menschlichen Embryonen noch, mehr oder weniger weit in die Schuppe einschneidend, zu constatiren, dass, wie wir oben sahen, Tarin die normale später-fötale Oberschuppe des Hinterhauptbeins durch diese drei Spalten in vier deutlich gesonderte Lappen getheilt abbilden konnte, Fig. 51. Noch häufiger ist das Offenbleiben der sagittalen Mittelspalte für sich allein bei älteren Föten und Neugeborenen.



Fig. 116. Fig. 117.

Fig. 116, 117. Fötale Schädel mit offener sagittaler Mittelspalte und theilweise offenen beiden Randspalten. Die Suturae mendosae schneiden tief ein. Fig. 116. 6. Monat, 2. Hälfte. Fig. 117. 9. Monat. 2/3 natürlicher Grösse.

Ich habe das Offenbleiben der Randspalten neben der Mittelspalte bei den älteren Föten gezählt und in den beiden obenstehenden Abbildungen Fig. 116 und 117 dargestellt. Bei jüngeren Föten bis zum Schluss des 4. Entwickelungsmonats ist der Oberrand der Oberschuppe noch so gut wie ausnahmslos „herzförmig gelappt", d. h. mit mehr oder weniger tiefen Einkerbungen für die Mittelspalte und die beiden Randspalten ausgestattet. Im 5. und 6. Monat wird diese Art der normalen herzförmigen Lappung seltener und es treten dafür deutlicher wahre Randspalten auf als „Parallelspalten" zur sagittalen Mittelspalte, freilich dieser in der Richtung nach unten meist mehr oder weniger deutlich zugeneigt. Mit der nahenden Reife der Frucht, im 10. Entwickelungsmonat, werden die offenen Randspaltenreste seltener, sie verwachsen später, mit Ausnahme der oben hervorgehobenen Fälle der partiellen Os Incae-Bildungen, bei allen.

Meine Zählungen sind an 150 fötalen Schädeln:

		Davon haben offene Randspalten:
5. und 6. Entwickelungsmonat	56 Schädel	10 = 18%
7. 8. und 9. Entwickelungsmonat	36 Schädel	7 = 19%
10. Entwickelungsmonat	58 Schädel	4 = 7%

Das Centralloch der Oberschuppe des Hinterhauptbeines, welches man im Zusammenhalt mit dem Foramen parietale als Foramen interparietale bezeichnen kann, stellt eine constante Bildung des menschlichen Interparietale in den frühen Entwickelungsstadien dar, ich habe dasselbe bei allen darauf geprüften Föten des 3. und 4. Entwickelungsmonats niemals vermisst. In diesen beiden ersten Monaten der Bildung der Oberschuppe des Hinterhauptbeins ist es offen und stellt fast ausnahmslos eine runde Oeffnung dar, nur selten ist die Form der Oeffnung mehr spaltenförmig oder eckig.

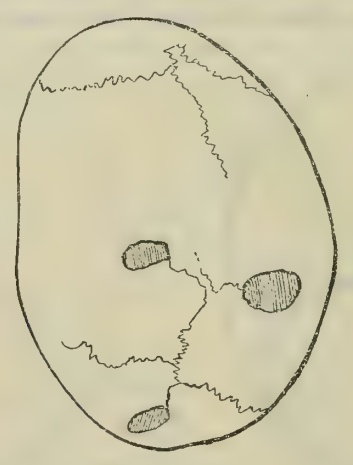


Fig. 118.

Turner's Schädel einer 25jährigen Frau mit „kolossalen Parietallöchern“ und weit offenem Centralloch der Oberschuppe des Hinterhaupts. Ansicht schief von links hinten. Copie der Originalzeichnung in 2/3 Grösse. Edinb. Medic. Journ. Vol. XI. 1865/66. S. 134, Fig. 2.

Vom 5. Monat an beginnt das Centralloch zu verwachsen. Es wird verschlossen, indem auf der Innenfläche des Knochens sich eine Verdickungsschichte ablagert, welche das Loch verschliesst und zunächst in eine Grube mit auffallend glatter Bodenfläche verwandelt. Ganz in derselben Weise werden auch die sagittale Mittelspalte und die Randspalten verschlossen und zunächst in Rinnen mit glattem Boden verwandelt. Indem sich auch auf der Aussenfläche die Schuppe durch Verdickungsschichten verstärkt, wird endlich das Centralloch undeutlicher und verschwindet dann bis zur Reife der Frucht fast ausnahmslos.

Die Zählungen 170 fötaler Schädel vom 3. bis 10. Monat (Schluss) ergeben folgendes Resultat:

		Anzahl der Schädel, bei welchen das Centralloch offen oder wenigstens erkennbar ist:
3. und 4. Entwickelungsmonat	20 Schädel	20 = 100%
5. Entwickelungsmonat	28 Schädel	19 = 68%
6. Entwickelungsmonat	28 Schädel	19 = 68%
7. 8. und 9. Entwickelungsmonat	30 Schädel	6 = 20%
10. Entwickelungsmonat	58 Schädel	6 = 10%

An den Schädeln des 10. Entwickelungsmonats sind die „Spuren“ des Centrallochs fast ausnahmslos sehr undeutlich. Bei Kinderschädeln und bei Schädeln von Erwachsenen habe ich bis jetzt das Centralloch der Hinterhauptsschuppe niemals offen gefunden.

Aus der Literatur kenne ich jedoch eine Beobachtung eines mächtigen persistirenden Centrallochs, verbunden mit kollossalen Foramina parietalia, durch Sir W. Turner. Ich reproducire hier die von Turner gegebene Abbildung dieses seltenen Falles, Fig. 118. Herr J. Hyrtl hat in diesem Centralloch, mitten in der Hinterhauptsschuppe, einen Schaltknochen gesehen. Derselbe ist nach unserer Definition unter die Fontanellknochen frühfötaler Fontanellen zu rechnen, welchen sich das Centralloch anreiht (s. oben.) —

Die Sutura mendosa, welche bei Neugeborenen noch offen ist, erhält sich auch bei Erwachsenen relativ häufig in mehr oder weniger beträchtlichen Resten oder Spuren, ganz abgesehen von jenen Schädeln mit Bildungen, welche zur Gruppe des Os Incae gehören, bei welchen der Mehrzahl nach ein Offenbleiben der Sutura mendosa, der Sutura fötalis transversa squamae occipitalis, betheiligt ist. Ich habe die Schädel mit seitlichen Resten der Hinterhauptsquernath unter den 2489 Schädeln Erwachsener der altbayerischen Landbevölkerung gezählt, ich fand davon 180 = 7% (genau 72,3 pro mille).

Mein neues Schema der Bildung der Hinterhauptsschuppe.

Nach dem Ergebniss dieser Untersuchungen müssen an dem **Meckel'schen Schema** der individuellen Variationen der menschlichen Hinterhauptsschuppe Modificationen vorgenommen werden.

Die Unterschuppe setzt sich zusammen aus dem I. Paar der Ossificationscentren, welche das intracartilaginös entstehende Occipitale superius bilden, und einem Hautknochen-Ergänzungsstücke der Unterschuppe, welches von dem II. Paar der Ossificationscentren, durch die Sutura mendosa seitlich abgegrenzt, gebildet wird. Das II. Paar ist nur ächter, auf membranöser Grundlage gebildeter Hautknochen. Zwischen diesem Ergänzungsstück und dem eigentlichen Occipitale superius liegt in der ersten Bildungsepoche der Oberschuppe der breite fötale Trennungsspalt, welcher die Anlage des Occipitale superius (Knorpelknochen) von der Gesammtanlage des Interparietale (Hautknochen) trennt. Ein Offenbleiben dieser fötalen Trennungsspalte ist bisher beim Menschenschädel nicht beobachtet worden, sonach ebensowenig eine „reinliche Scheidung“ zwischen Occipitale superius und Intertemporale.

Die Oberschuppe selbst wird durch die quer durchschneidende Sutura mendosa = Sutura fötalis transversa squamae occipitalis R. Virchow bei Bildung der zur Gruppe des Os Incae gehörigen individuellen überzähligen Knochen des Hinterhaupts in einen kleineren unteren und in einen grösseren oberen Abschnitt getrennt. Der untere Abschnitt verschmilzt als Hautknochen-Ergänzungsstück der Oberschuppe mit dem Oberrand des Occipitale superius, der obere bildet, wenn keine sagittalen Spalten gleichzeitig offen sind, den vollkommenen Inkaknochen, das Os Incae proprium.

Dieser obere Abschnitt der Oberschuppe setzt sich zusammen aus zwei lateralen Stücken, welche von dem II. Paar der Ossificationscentren der Hinterhauptsschuppe gebildet werden, sonach nicht accessorische, sondern principale und regelmässige Elementarbestandtheile der Hinterhauptsschuppe sind. Die lateralen Theile stellen den Rest der aus dem II. Paar hervorgehenden Verknöcherung dar, so weit das II. Paar nicht zur Bildung des Hautknochen-Ergänzungsstückes der Unterschuppe verwendet worden ist. Da die sagittale Ausdehnung dieses Hautknochen-Ergänzungsstückes eine etwas verschiedene ist, so schneidet

die fötale Quernaht mehr oder weniger von dem unteren Abschnitt der Oberschuppe ab, die Quernaht entfernt sich dabei mehr oder weniger weit von der Protuberantia occipitalis externa nach aufwärts, so dass die „Unterschuppe“ manchmal bei Os Incae eine beträchtlichere sagittale Ausdehnung zeigen kann. Herr Bessel-Hagen hat schon ganz entsprechende Betrachtungen angestellt.

Ausser den zwei lateralen vom II. Paare gelieferten Stücken setzt sich der obere über der Sutura mendosa resp. der fötalen Quernath liegende Abschnitt noch zusammen aus unserem III. Paar der Ossificationscentren, welches die Mitte des oberen Abschnittes der Oberschuppe einnimmt. Dieses Paar wird in der Mitte getheilt durch die mittlere Sagittalspalte, seitlich schneiden rechts und links die beiden Randspalten ein, gegen das untere Ende der mittleren

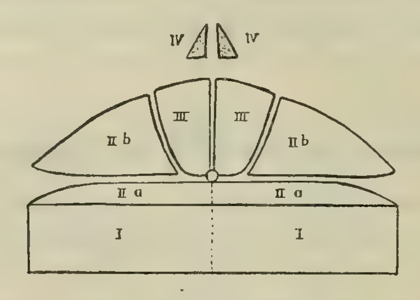


Fig. 119.

Mein Schema der Ossificationscentren der Hinterhauptsschuppe des Menschen. I, I erstes Paar der Ossificationscentren, IIa + IIb, IIa + IIb = II, II zweites Paar, davon IIa, IIa Hautknochen-Ergänzungsstück der Unterschuppe, III, III drittes Paar. IV, IV viertes accessorisches Paar.

Sagittalspalte convergirend. Hier liegt in der Mitte das Centralloch der Oberschuppe, gegen welches alle fünf normalen Trennungsspalten innerhalb der Oberschuppe verlaufen: ausser der mittleren Sagittalspalte und den beiden Randspalten, welche das III. Paar seitlich begrenzen, die beiden Suturae mendosae, von rechts und links her einschneidend.

Das sind die principalen Elementarknochen der Hinterhauptsschuppe.

Das Meckel'sche Schema muss nach dem Gesagten geändert, die Bezeichnung der Paare zum Theil umgewechselt werden. Meckel's II. Paar haben wir als III. Paar erkannt; Meckel's III. Paar ist ein Theil des wahren II. Paares, von welchem auch das Hautknochen-Ergänzungsstück der Oberschuppe gebildet wird.

Das IV. Paar Meckel's ist keine principale im eigentlichen Sinne normale Bildung. Was Meckel als solches bezeichnet hat, ist eine accessorische halbpathologische Bildung und zwar eine durch die wechselnde Form der hinteren Fontanelle bestimmte besondere Form von Fontanellknochen. Das IV. Paar Meckel's ist daher aus dem Schema der principalen Verknöcherungscentren zu streichen.

Eine oberflächliche Aehnlichkeit meines Schemas mit dem von Chiarugi aufgestellten ist nicht zu verkennen, so verschieden auch unsere Auffassung ist bezüglich des IV. Meckel'schen Paares: dieses ist nicht mit unserem III. Paare identisch, das III. Paar ist, wie gesagt, eine principale, das IV. Paar eine accessorische Bildung.

Sehen wir von dem aus dem Verband der Oberschuppe ausscheidenden Hautknochen-Ergänzungsstück zunächst ab, so besteht das durch die vollständig durchschneidende fötale Hinterhauptsquernath abgetrennte Hauptstück der Oberschuppe aus **vier normalen** (principalen regelmässigen) **Elementarknochen**, welche symmetrisch in einer Reihe um die mittlere sagittale Spalte der Oberschuppe gelagert sind. Das Os Incae quadripartitum stellt die typische Form der vollständigsten Individualisirung dieser vier normalen Elementarknochen, aus welchen das Hauptstück der Oberschuppe normal verschmilzt, dar, Fig. 110.

Diese 4 Elementarknochen liegen in einer Horizontalreihe über dem Occipitale superius. Die zweite obere den Lambdawinkel der Oberschuppe abschneidende Reihe von zwei Knochen (Spitzenknochen) sind als accessorische, „halbpathologische" Bildungen von der Betrachtung zunächst auszuschliessen. —

Da wir nun die normale Zusammensetzung der Oberschuppe des Menschen aus vier in einer Horizontalreihe über dem Occipitale superius gelegener elementarer Hautknochen kennen, dürfen wir an die von Herrn C. Gegenbauer wieder angeregte alte Meckel'sche Frage herantreten, wie etwa die menschliche Form mit „niederen Zuständen" zusammenhängt.

Vergleichend anatomische Betrachtungen.

1. Fische und Stegocephalen.

Während für Meckel und seinen wissenschaftlichen Nachfolgern die wichtigste vergleichend-anatomische Frage bezüglich der menschlichen Hinterhauptsschuppe die war, ob sich bei dem Menschenschädel eine dem „Interparietale" der Säugethiere entsprechende Bildung nachweisen lasse, steht nun nach Bejahung dieser Frage eine zweite im Mittelpunkt des Interesses. Das „Interparietale" findet sich als constanter Bestandtheil des Schädeldachs nach der geläufigen Anschauung nur bei den Säugethieren. Da fragt es sich nun: fehlen bei den niedrigen Wirbelthieren in der That alle Spuren einer „Interparietale"?

Auch Herr C. Gegenbauer hat (S. 356) wie oben gesagt, in letzter Zeit diese Frage wieder aufgeworfen. Die oben allegirte Stelle in seiner soeben erschienenen „Vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere"[1]) lautet wörtlich:

„Zwischen sie (die Parietalia) fügt sich von hinten her ein an das Occipitale superius grenzendes Knochenstück, das Interparietale, welches gleichfalls eine paarige Anlage besitzt. Er verschmilzt meist, wie bei den Carnivoren und Primaten, mit dem Occipitale superius, aber auch mit den Parietalia (bei Nagern und Wiederkäuern). Den Schweinen fehlt es. Es ist ein anscheinend neu auftretender Theil am Säugethierschädel, von sehr verschiedenem Umfang, welcher wieder mit der Ausdehnung des Cavum cranii correlat ist. Ob er sich von einem in niederen Zuständen selbständigen Knochen ableitet, bleibt zu ermitteln."

Nach unseren Ermittelungen ist das „Interparietale" des Menschen nicht nur von „paariger Anlage", wir haben als constante „Verknöcherungselemente" desselben 2 Paare in einer Horizontalreihe symmetrisch rechts und links neben der sagittalen Mittelspalte

---

[1]) l. c. Bd. I, 1898, S. 403.

gelegene, an das Occipitale superius grenzende, occipitale Hautknochenplatten festgestellt: Das Os Incae quadripartitum. Nach dieser Bildung haben wir uns sonach unter den niederen Wirbelthieren umzusehen.

In erster Linie ist hier das Hautknochenskelett des Schädeldachs der Fische, speciell der Knorpel-Ganoiden in Betracht zu ziehen.

Während bei den Selachiern[1]) das ganze Kopfskelett aus Knorpel besteht, nehmen bei den Knorpelganoiden (Accipenser, Spatularia) bereits knöcherne Elemente an der Zusammensetzung des Schädels Theil. Die Schädelkapsel bleibt zwar der Hauptsache nach

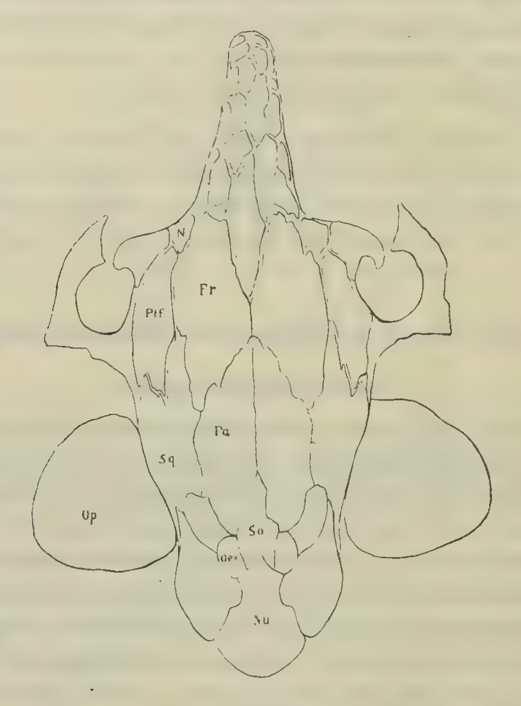


Fig. 120.

Hautknochendecke des Schädels des Stör. Nach der Natur, verkleinert. Erklärung im Text.

knorpelig, aber aussen entstehen eine Anzahl Knochenplatten, Hautknochen, welche das Cranium oben und an den Seiten bedecken. Aehnlich wie Knorpelganoiden verhalten sich auch die Dipnoer. Bei den Schuppenganoiden und Knochenfischen findet eine mehr oder weniger vollkommene Ossification der Schädelkapsel statt. Die Verknöcherung beginnt, wie bei den Knorpelganoiden, zuerst mit den Hautknochen.

Zur Illustrirung dieser wörtlich dem Werke der Herrn von Zittel entnommenen Darstellungen mögen die beigegebenen neuen Abbildungen der Hautknochen von Sturio, Lepidosteus und Polypterus dienen. Die Abbildungen Fig. 120—122 sind so angefertigt, dass die Hautknochen nicht in perspectivischer Ansicht, sondern nach rechts und links in eine

[1]) C. von Zittel, Grundzüge der Poläontologie 1895, S. 520 ff.

Fläche ausgebreitet wiedergegeben sind, so dass auch das Grössenverhältniss der Knochen zu einander mit ihren gegenseitigen Lagebeziehungen zur Darstellung gelangt.

„Das Dach der beiden hinteren Schädelabschnitte zeigt, sagt Herr von Zittel,[1]) folgende Hautknochen. Es schalten sich zwischen das obere Hinterhauptsbein und die beiden Squamosa zwei Parietalia, Pa, ein, auf welche nach vorn die zwei Frontalia, Fr, folgen, die öfters zu einem grösseren einfachen Hauptstirnbein verschmelzen. Seitlich davon liegt vor dem Squamosum das Portfrontale (Hinterstirnbein, Sphenoticum Parker) Ptf, das bei den Ganoiden zu den Haut-, bei den Teleostiern zu den Knorpelknochen gehört. Ueber

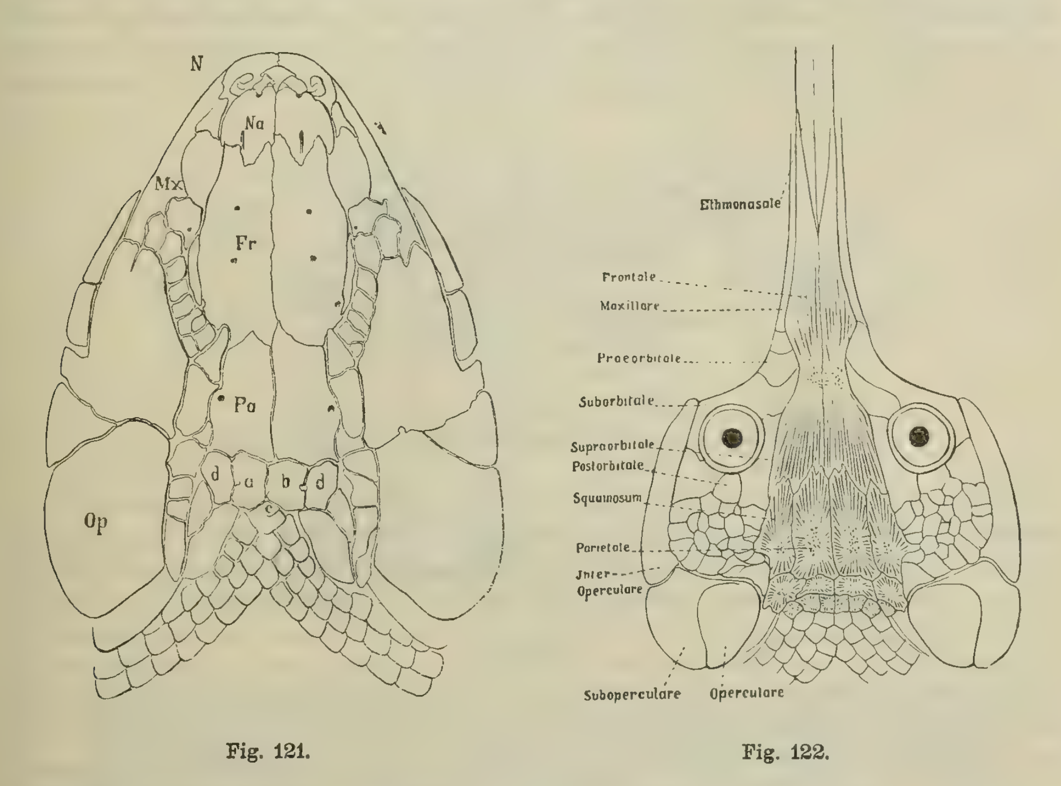


Fig. 121. **Fig. 122.**

Fig. 121. Hautknochendecke des Schädels von Polypterus bichir (Nil). Nach der Natur, verkleinert.

Fig. 122. Lepidosteus oxyurus (Nordamerika), Hautknochendecke des Schädels. Nach der Natur, verkleinert, die supraoccipitalen Hautknochenplatten sind nicht bezeichnet.

den Augenhöhlen kommt zuweilen ein kleines Supraorbitale vor. Eine wechselnde Anzahl kleiner Hautknochen begrenzen als Suborbitalia bogenförmig den hinteren und unteren Rand der Augenhöhle. Das über derselben gelegene Supraorbitale, sowie das Lacrymale (Thränenbein) sind kleine Hautknochen, welche in enger Verbindung mit dem Cranium stehen, aber nur selten entwickelt sind.

Für unsere Frage ist vor allem die Reihe der supraoccipitalen Hautknochenschilder dieser Fische von Interesse. Bei dem Stör Fig. 120 springt in der hier gegebenen

[1]) l. c. S. 522, 523.

Abbildung eine als „Occipitale superius", So, bezeichnete mittlere Hautknochenplatte, in der Form eines wahren „Interparietale" zwischen die Parietalia von hinten her ein. Der tiefe mittlere Einschnitt des Unterrandes lässt diesen Hautknochen zweigelappt erscheinen, vielleicht auf eine paarige Anlage desselben deutend. Daneben liegt jederseits eine Occipitale externum, Oex. Wir haben hier sonach eine Horizontalreihe von drei (ev. vier) Hautknochenplatten, welche in ihrer gegenseitigen Stellung und in ihrer Anordnung gegenüber den Parietalia eine

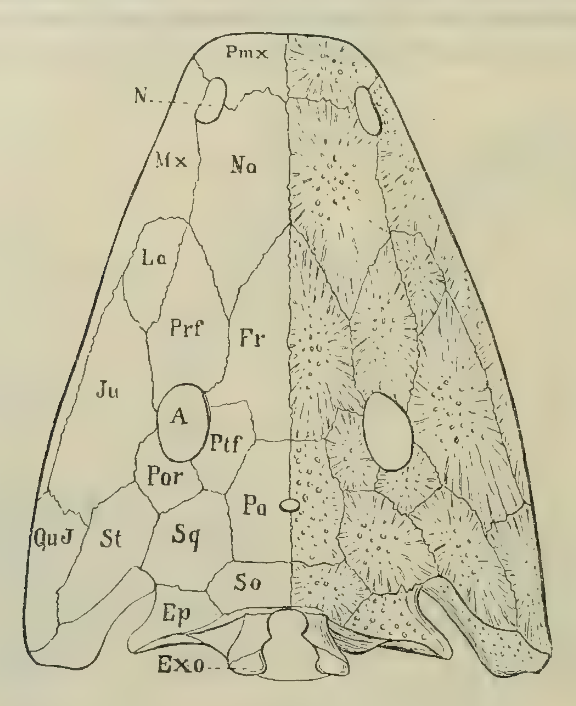


Fig. 123.

Schädel von Capitosaurus nasutus, H. Meyer, nach von Zittel. Pmx Prämaxillare, N Nasenöffnung, Mx Maxillare, Na Nasale, La Lacrymale, Prf Präfrontale, Fr Frontale, Ju Jugale, A Augenöffnung, Ptf Postfrontale, Por Postorbitale, QuJ Quadrato-Jugale, St Supratemporale, Sq Squamosum, P Parietale mit Parietalloch, Ep Epoticum, So Supraoccitaler Hautknochen, Ep und So vier Supraoccipitale Hautknochenplatten, Exo Exoccipitale, Knorpelknochen.

gewisse Aehnlichkeit mit der Reihe der vier elementaren Hautknochenplatten der menschlichen Interparietale nicht verkennen lassen. Der Name „Occipitale superius" ist dem Mittelstück der occipitalen Hautknochenschilder der Stör nur in uneigentlichem Sinne beigelegt, da das wahre Occipitale superius bei allen Wirbelthieren ein typischer Knorpelknochen ist, wie bei den Säugethieren und speciell bei dem Menschen. Die Bezeichnung „occipitale Hautknochenschilder" für die ganze Serie der betreffenden Knochen ist daher vorzuziehen.

Eine ganz entsprechende Reihe occipitaler Hautknochenschilder zeigt sich auch bei Polypterus Fig. 121 und Lepidosteus Fig. 122. Hier liegen sie symmetrisch angeordnet in einer Reihe horizontal hinter den Parietalia. Bei Stör wie bei den beiden letztgenannten

schliessen sich an die occipitalen Hautknochenplatten direct Hautverknöcherungen des Nackens (Rumpfes) an, so dass hier doch eine wesentliche Differenz zwischen den entsprechenden Verhältnissen bei diesen Fischen und jenen bei den Säugethieren, speciell bei dem Menschen, sich ergibt. Immerhin erscheint der Nachweis, dass die Horizontalreihe der occipitalen Hautknochenplatten bei diesen Thieren der von uns nachgewiesenen Horizontalreihe der occipitalen Hautknochenplatten bei dem Menschen bemerkenswerth ähnlich sieht, nicht ohne Bedeutung.

Dass es aber in der That wohl nicht unberechtigt ist, die occipitalen Hautknochenbildungen des Menschen (das Interparietale) mit den occipitalen Hautknochenbildungen niederer Wirbelthiere in nähere Beziehung zu setzen, ergibt sich aus der Vergleichung der Verhältnisse mit denen bei Stegocephalen, von welchen die vorstehende Abbildung der Hautknochenschädeldecke von Capitosaurus nasutus H. Meyer, Fig. 123, ein Beispiel gibt.

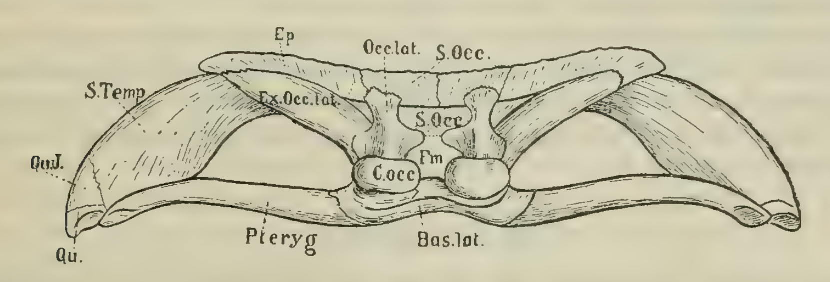


Fig. 124.
Hinterhauptsansicht eines Stegocephalen-Schädels nach E. Fraas.

Diese merkwürdige ausgestorbene Gruppe niederer Wirbelthiere, welche die Systematik an die Amphibien anreiht, zeigt die bei den Säugethieren aus Knorpelknochen bestehenden Partien des Hinterhauptbeins zum Theil auch in derselben Weise wie bei jenen verknöchert. Das gilt z. B. für die Occipitalia lateralia, ausserdem ist ein wahres, wenn auch knorpeliges, Occipitale superius vorhanden.[1] „Direct an das Occipitale superius grenzend“, zeigen die **Stegocephalen** eine Horizontalreihe von **vier** symmetrisch um die mittlere Sagittalspalte gelagerte occipitale Hautknochenschilder, Fig. 124, welche in Lage und sogar in der Form den vier, bei dem Os Incae quadripartitum des Menschen für die Lebenszeit individualisirten, typischen, elementaren occipitalen Hautknochenplatten entsprechen, aus welchen sich das Interparietale des Menschen normal aufbaut.

Ich denke, wir haben keine Veranlassung, mit der auf unsere Ergebnisse sich stützenden Bejahung der Frage eines Zusammenhanges der elementaren occipitalen Hautknochenplatten des Menschen mit den entsprechenden Bildungen bei den Stegocephalen zurück zu halten. Unsere Vermuthung, welche in neuester Zeit, wie gesagt, auch von einer so allgemein anerkannten Autorität, wie es Herr C. Gegenbauer ist, als Möglichkeit formulirt wurde, darf danach wohl bejaht werden.

Bezüglich der bisher gebräuchlichen Bezeichnung der betreffenden Knochen ist noch Einiges zu bemerken. Wir stimmen Herrn E. Fraas vollkommen bei, wenn er[2]) ausführt: „Mit den Supraoccipitalia (obere Hinterhauptsbeinplatten) schliesst die Schädeldecke in der

[1]) E. Fraas, Die Labyrinthodonten des Schwäbischen Trias. Palaeontographica Bd. XXXVI.
[2]) l. c. S. 51.

Medianlinie nach hinten ab. So wenig sich auch vom vergleichend anatomischen Standpunkt aus der Ausdruck Supraoccipitale für eine Hautplatte rechtfertigen lässt", so behält er doch den bisher üblichen, wenn auch, wie gesagt, falschen Namen bei. „Dabei muss natürlich immer in das Auge gefasst werden, dass dieses „Supraoccipitale" nur eine Hautknochenplatte darstellt, welche über dem nur knorpelig ausgebildeten wirklichen Supraoccipitale liegt und mit diesem Nichts zu thun hat."

Das Epioticum der Stegocephalen, welches Goldfuss „seitliches Hinterhauptsbein" nennt, ist auch ein Hautknochen. „Auch bei dem „Epioticum" müssen wir uns immer desselben Fehlers bewusst bleiben, dass diese als Epioticum bezeichnete Hautplatte zunächst nur als Deckplatte aufzufassen ist." Das „Epioticum" der Stegocephalen steht mit dem Occipitale laterale, welches aus Knorpelverknöcherung sich bildet, in Verbindung und reiht sich so dem Gesammtcomplex der Hinterhauptsknochen an.

Unserer Auffassung nach würden von den betreffenden Hautknochenplatten die beiden „Supraoccipitalia" der Stegocephalen den beiden „mittleren fötalen Hautknochenplatten" des Os Incae quadripartitum des Menschen entsprechen, die beiden seitlich nach aussen gelegenen „Epiotica", die „seitlichen Hinterhauptsbeine", den „lateralen Seitenplatten" des Os Incae quadripartitum.

2. Anthropoiden.

Bei den höheren Anthropoiden und den eigentlichen Cynomorphen habe ich Bildungen, welche zur Gruppe des Os Incae gehören, noch nicht nachgewiesen.

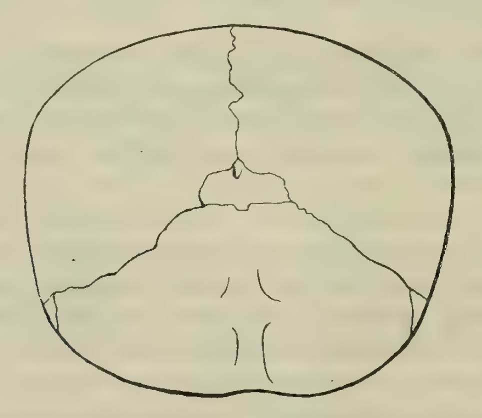


Fig. 125.

Hylobates concolor-Schädel, Ansicht von hinten. Der Lambdawinkel der Hinterhauptsschuppe durch eine Quernath abgeschnitten; in der Spitze der abgetrennten Knochenplatte (Os Incae proprium?) ein Gefässloch.

Dagegen kann ich einen Hylobates-Schädel vorlegen, welcher an der Spitze der Hinterhauptsschuppe einen durch eine horizontal verlaufende vollkommene Quernath abgetrennten überzähligen Knochen aufweist. Obwohl das Gebilde ziemlich unscheinbar ist, möchte ich dasselbe doch als Os Incae proprium bezeichnen. Dass der kleine Knochen als ein principaler oder elementarer Bestandtheil der Hinterhauptsschuppe aufzufassen sei,

geht, wie ich glauben möchte, daraus hervor, dass in sein oberes Ende eine centrale Oeffnung eindringt, welche bei den Hylobates-Schädeln sehr häufig vorkommt und vielleicht mit dem fötalen Centralloch der Oberschuppe des Menschenschädels in Parallele gesetzt werden darf.

Abgesehen von dem eben vorgebrachten Grunde würde man den vorliegenden überzähligen Knochen für einen einheitlichen „Spitzenknochen“ resp. nach unseren Ergebnissen als eine Form von Fontanellknochen der hinteren Fontanelle bezeichnen dürfen. Der letztere Gedanke liegt um so näher, da, wie die oben gegebenen Abbildungen lehren, Fontanellknochen und Nathknochenplatten bei dem Hylobates in typischer Ausbildung sich finden.

Dieser Mangel an überzähligen Knochenbildungen am Hinterhaupt bei den Affen steht in einem deutlichen Gegensatz gegen die bei ihnen relativ häufig persistirenden Reste der fötalen Trennung der Scheitelbeine, speciell bei dem Orangutan. Dagegen stimmt jener Mangel zusammen mit dem Mangel der Stirnnath bei den Affen, welche beim Menschen sich in annähernd derselben Zahl an den Schädeln zu erhalten pflegt wie die fötale Hinterhauptsquernath. Bei den Anthropoiden und den niederen Affen zeigen, soviel ich sehe, erwachsene Schädel die Persistenz der Stirnnath niemals und auch an den jugendlichsten Schädeln (nach der Geburt) vermisst man die offene Trennung der beiden primären Stirnbeine. Im Zusammenhang mit den oben dargelegten Betrachtungen würde dieses Verhältniss vielleicht auf ein Ueberwiegen des Wachsthums der mittleren Grosshirnpartien bei den Anthropoiden, speciell Orangutan, hindeuten.

III.

Die überzähligen Hautknochen in der Gegend der Schläfen und der Nasenwurzel.

I. Schläfengegend.

1. Das Os Intertemporale, Zwischenschläfenbein.

In einer Untersuchung, über welche hier kurz berichtet werden soll, über „den Stirnfortsatz der Schläfenschuppe bei den Primaten"[1]) habe ich die von Hannover ausgesprochene Vermuthung bestätigen können, dass der grosse Keilbeinflügel, welcher der Hauptsache nach zu den wahren Knorpelknochen gehört, ein oberes Hautknochen-Ergänzungsstück besitzt.

Die Ala magna zeigt sich, wie das Hinterhauptsbein als ein Complex principiell differenter Skelettheile, welche sich auf verschiedene Weise, und sonach anfänglich gesondert, bilden. Ebenso wie das Os Incae proprium von der übrigen Hinterhauptsschuppe, so kann auch das Intertemporale durch eine vollkommen trennende Nath von der übrigen Ala magna abgegliedert werden, wie an Embryonenschädeln aus den späteren Monaten der Entwickelung mehrfach constatirt werden konnte.

Meine frühesten Beobachtungen beziehen sich auf den 4. Entwickelungsmonat der menschlichen Frucht.

In diesem Alter lassen sich die Schädel schon gut maceriren. An solchen macerirten Schädeln von Embryonen aus dem 4. Monat sitzt das Hautknochen-Ergänzungsstück auf der schmalen, nach oben sich zuspitzenden, durch Knorpelverknöcherung entstandenen Ala magna wie eine Haube schief oben und hinten auf, wobei sich das lockere Gefüge der Hautverknöcherung scharf von dem dichteren Knorpelknochen unterscheidet. In der Richtung gegen die Schläfenbeinschuppe ist die Hautverknöcherung etwas breiter und greift tiefer nach abwärts. So innig in dieser Periode die beiden Bestandtheile der Ala magna schon verschmolzen zu sein pflegen, so findet man doch Fälle, wie der in Fig. 126 abgebildete, welche die Trennung noch erkennen lassen, die beiden Abschnitte greifen in einer feinen Zackenlinie ineinander ein. Reste und Spuren einer Trennungsnath sind bei jüngeren und älteren Embryonen (Fig. 127) häufig genug und in zwei Fällen ist es mir

---

[1]) Sitzungsberichte der mathem.-physik. Cl. d. k. b. Akad. d. W. 1898, Bd. XXVIII, Heft II., S 227—270. Dort die Literaturangaben und die Statistik.

gelungen, an menschlichen Embryonen-Schädeln aus dem 10. Monat (Fig. 123—130) eine vollkommene Abtrennung der hinteren oberen Spitze der Ala magna, des Intertemporale, wie ich den Knochen genannt habe, zu constatiren, so dass hier das Intertemporale vollkommen individualisirt ist.



Fig. 126.
Fötaler Schädel aus dem 4. Monat mit deutlicher Abgliederung des Hautknochen-Ergänzungsstückes (Intertemporale) von der übrigen Alma magna.

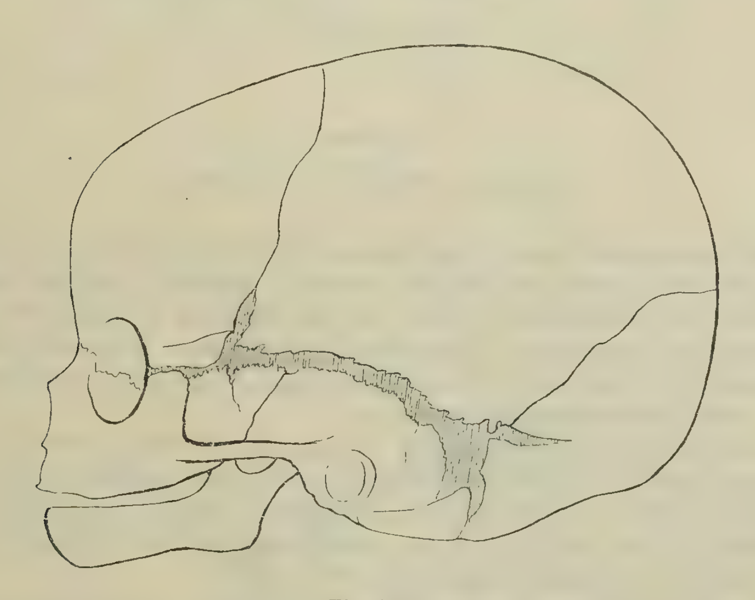


Fig. 127.
Unvollständig abgegliedertes Intertemporale.

Trotzdem ich das Intertemporale bis jetzt erst im 4. Embryonalmonat gesehen habe, möchte ich dasselbe doch nicht zu den accessorischen, sondern zu den principalen, typischen Elementarknochen des Menschenschädels zählen.

Das Intertemporale ist bisher vielfach mit den accessorischen, atypischen Schläfenfontanellknochen zusammengeworfen worden. Das Intertemporale liegt nicht eigentlich in

der Schläfenfontanelle, sondern begrenzt diese gewöhnlich nach unten. Das individualisirte Intertemporale ist gleichsam von dem grossen Keilbeinflügel weggeschnitten, letzterer wird um das abgetrennte (individualisirte oder mit anderen Nachbarknochen verschmolzene) Ergänzungsstück verkürzt.

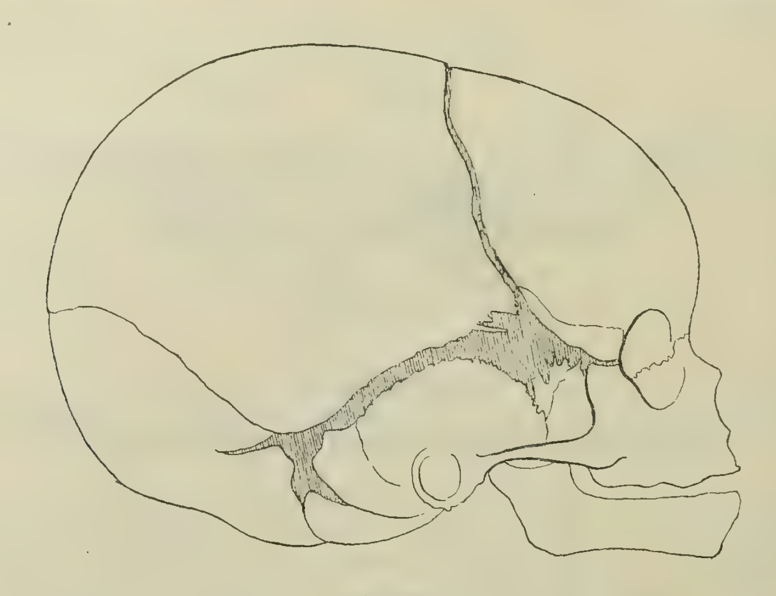


Fig. 128.

Vollständig individualisirtes Intertemporale.

Wie das Interparietale, welches beim Menschen (wie bei den Primaten und bei Carnivoren) gesetzmässig mit dem Oberrand der Occipitale superius verschmilzt, doch bei einigen Säugergruppen (Nager und Wiederkäuern)[1]) sich mit den Parietalia zu einem, für diese Thiere auch typischen und gesetzmässigen Knochencomplex verbindet, so kann sich auch das Intertemporale anstatt mit dem oberen Theil der Ala magna mit einem der anderen Nachbarknochen zu einem Knochencomplex vereinigen.

Beim Menschen findet eine solche Vereinigung in seltenen Fällen 1. mit dem vorderen oberen Rande der Schläfenschuppe statt: daraus entsteht der Stirnfortsatz der Schläfenschuppe, der Processus frontalis squamae temporis, Fig. 131; 2. mit dem unteren hinteren Winkel des Stirnbeins, daraus entsteht der Schläfenfortsatz des Stirnbeins, Processus temporalis ossis frontis, Fig. 132.

Ganz ähnlich wie beim Menschen sind die typischen Verwachsungsverhältnisse des Intertemporale bei der Mehrzahl der Affen. Auch bei diesen, so namentlich bei Orangutan und Hylobates, ist die Verschmelzung der Intertemporale mit dem oberen Ende der Ala magna das Gewöhnliche. Daneben findet sich aber gelegentlich bei diesen Menschenaffen, und zwar bei Hylobates kaum häufiger als bei dem Menschen, auch eine Verschmelzung des Intertemporale mit der Schläfenschuppe zu einem Stirnfortsatz. Bei Gorilla und Schim-

[1]) C. Gegenbauer l. c. S. 402.

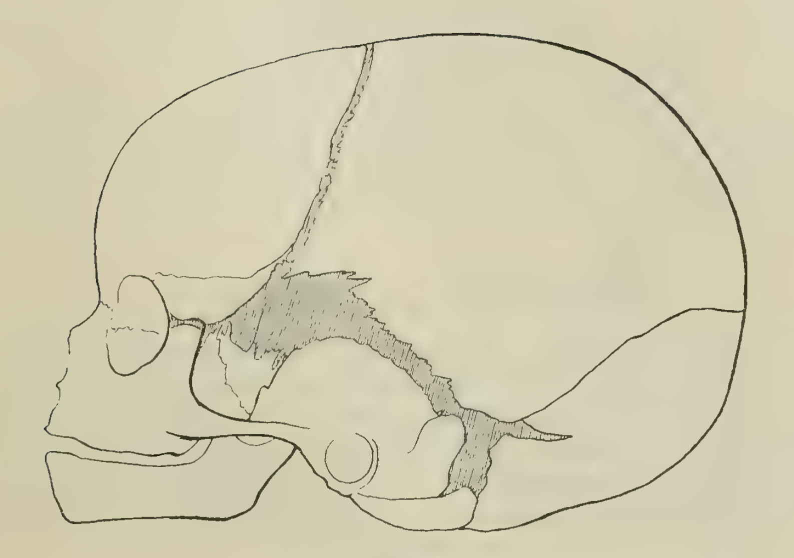


Fig. 129.

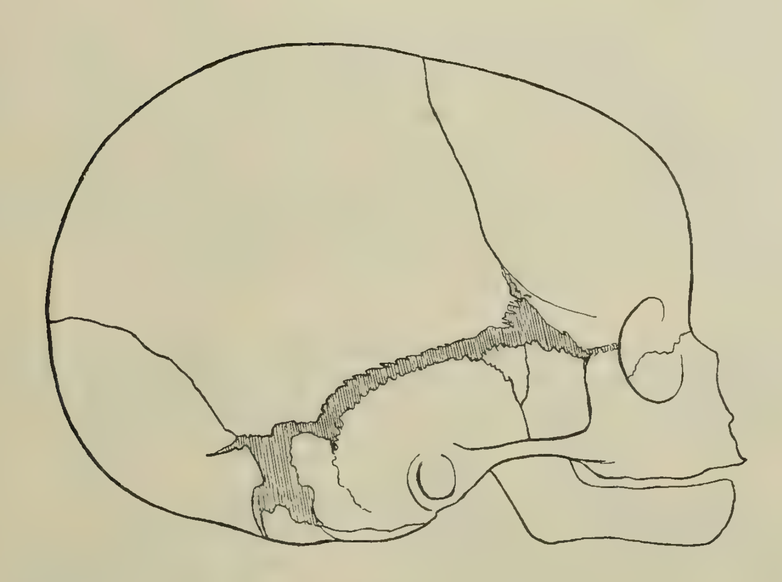


Fig. 130.

Fig. 129—130. Vollständig individualisirtes Intertemporale rechts und links bei dem gleichen Schädel.

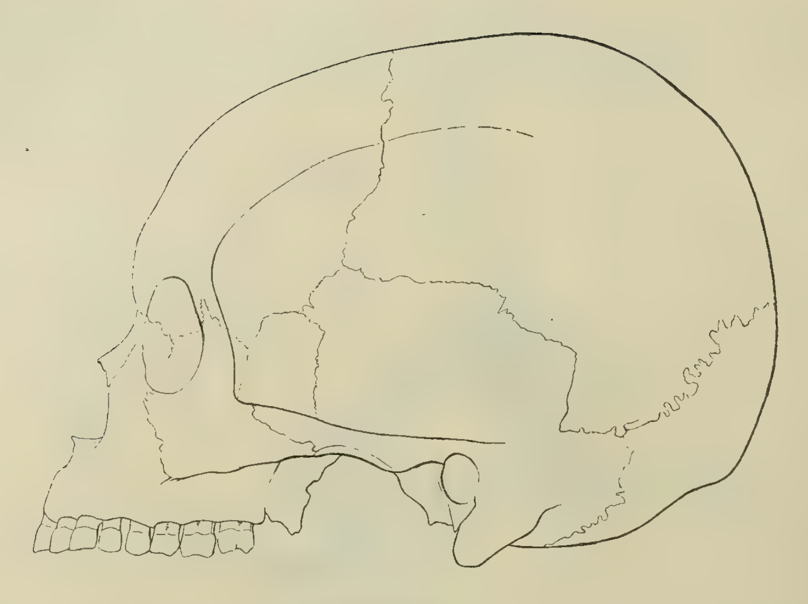


Fig. 131.

Stirnfortsatz der Schläfenschuppe. Der gleiche Schädel aus dem Bismarck-Archipel (linke Seite).

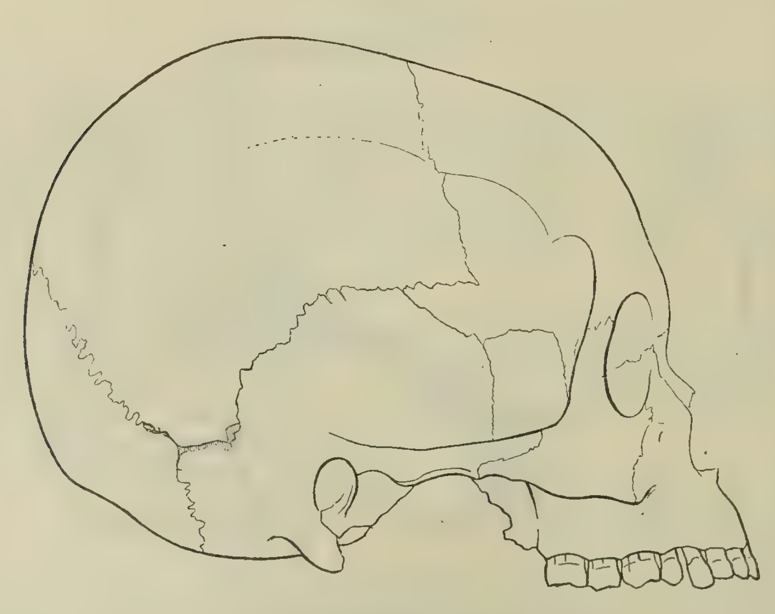


Fig. 132.

Schläfenfortsatz des Stirnbeins. Schädel aus dem Bismarck-Archipel (rechte Seite.)

panse ist, wie bei einer Anzahl niedriger Säugethiere (Nager, Dickhäuter, Einhufer), der Stirnfortsatz der Schläfenschuppe das gewöhnliche Vorkommen. Bei ihnen verschmilzt sonach fast ausnahmslos das Intertemporale nicht mit der Ala magna, sondern mit der Schläfenschuppe. 3. An Orangutan-Schädeln fand ich mehrfach eine Verschmelzung des Intertemporale mit dem unteren vorderen Winkel des Scheitelbeins. In diesen Fällen bestand aber eine doppelte Verschmelzung, oben mit dem Scheitelbein, unten mit der Ala magna, so dass dann eine zusammenhängende vollkommen trennende Knochenbrücke zwischen Stirnbein und Schläfenbein vorhanden ist.

2. Die Theilung der Schläfenschuppe.

In der oben gegebenen Einzelbeschreibung der embryonalen Bildung der Schläfenschuppe wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass die unteren Partien der Schuppe mit dem Jochfortsatz rascher und in einer dichteren Weise verknöchern als die oberen, noch lange aus zartem Hautfaserknochen-Gewebe bestehenden Partien. Dabei kam quere Spaltung in der Schuppe und senkrechtes Einschneiden einer Spalte von der Mitte des Oberrandes nach abwärts zur Beobachtung. Eigene, diesen Abspaltungen etwa als Ursache zu Grunde liegende Ossificationscentren der Schuppe habe ich aber bisher nicht gesehen.

Diesen eben geschilderten individuellen Wachsthumsverschiedenheiten der Schläfenschuppe im Entwickelungsalter entstammen vollkommene oder theilweise Spaltungen in diesem Hautknochen bei Erwachsenen. Da die Schuppe normal aber aus einem einzigen Verknöcherungsherd zu entstehen scheint, gibt es in ihr keine „persistenten Fötalnäthe". Auffallender Weise haben diese Quertheilungen der Schläfenschuppe doch etwas Typisches. Sie beginnen an der Seite der Ala magna oss. sph. etwas oberhalb der Mitte der Schuppe und endigen entweder in der Schuppe blind oder schneiden die Schuppe vollkommen quer durch, so dass diese aus zwei Stücken besteht, einem oberen mit convexem und einem unteren Stücke mit geradem Oberrande. In zwei Fällen sah ich die Quertheilung mit vollkommenem Stirnfortsatz der Schläfenschuppe verbunden, so dass sich der obere Abschnitt der Schuppe mit einem relativ grossen schnabelförmigen Fortsatz an das Stirnbein anlegte. Der von W. Gruber beobachtete Fall war mit „trennenden Schläfenschaltknochen" verbunden.[1])

Im Ganzen fand ich unter 2437 darauf untersuchten Schädeln Erwachsener aus der altbayerischen Landbevölkerung 5 mit Quertheilung der Schläfenschuppe, 2 mit unvollkommener und 3 mit vollkommener, sonach 1 Schädel auf 487 oder etwa 0,2%.

Die betreffenden Schädel sollen kurz beschrieben werden:

A. Quernath der Schläfenschuppe.

1. Weib, 56 Jahre alt, aus Altötting. Das obere Stück der Schläfenschuppe mit einem Stirnfortsatz ist durch eine Quernath vollkommen von dem unteren abgespalten.[2])

[1]) W. Gruber, Abhandlungen aus der menschlichen und vergleichenden Anatomie. St. Petersburg 1852. S. 114, Fig. 4. Man vergleiche auch: R. Virchow l. c. S. 22 und 43, und J. Ranke, Beiträge zur physischen Anthropologie der Bayern. I. Abschnitt. 1876. S. 83, 88—90.

[2]) Eine eben solche Trennung der Schläfenschuppe zeigt ein Schädel der Münchener anatomischen Sammlung. Alter Katalog-Nr. 425.

2. Schädel Nr. 510 der Originaltabelle der Untersuchung des Ossuariums in Aufkirchen hat rechts einen trennenden Schläfenschaltknochen, links ist die Schläfenschuppe durch eine zackige Quernath ganz getheilt, das obere Schuppenstück ist 20, das untere 25 Millimeter hoch.

3. Der Schädel Nr. 801 derselben Tabelle hat rechts einen grossen nicht trennenden Schläfenschaltknochen, welcher auf Kosten der Schuppe entwickelt ist; links ist die Schuppe durch eine Quernath vollkommen getheilt, das untere Stück der Schuppe ist 36, das obere 14 Millimeter hoch und ist durch eine senkrechte Spalte selbst wieder in zwei ungleich lange Theilstücke getrennt, von denen das an die Ala magna anstossende das kürzere ist. Ausserdem finden sich in der Lambdanath zahlreiche Worm'sche Knochen, das Hinterhaupt ist „ausgezogen".

4. Unter den beiden Schädeln mit unvollkommener Quernath der Schläfenschuppe ist Nr. 178 aus dem Ossuarium in Michelfeld besonders beachtenswerth. Hier erstreckte sich die Nath 14 Millimeter weit von der Ala magna oss. sph. her in die Schuppe und theilte dieselbe auf dieser Strecke in zwei etwa gleiche Hälften.

B. Senkrechte Nathspalte in der Schläfenschuppe.

Ausser dem oben unter Nr. 3 angeführten Schädel fand ich noch 3 mit senkrechter Nathspalte der Schläfenschuppe.

1. Jugendlicher Schädel aus Aufkirchen Nr. 805 der Originaltabelle hat von einem gegen die Schuppe einspringenden hinteren Winkel der Ala magna her eine senkrechte Nathspalte in der Schläfenschuppe von 6 Millimeter Länge.

2. Der Schädel Nr. 361 derselben Tabelle hat links einen trennenden Schläfenschaltknochen, rechts eine 22 Millimeter lange zackige senkrechte Nath in der Schläfenschuppe. Die Lambdanath ist durch eine vollkommene Zone von Worm'schen Knochen doppelt, das Hinterhaupt ausgezogen.

3. Ein ähnlicher Fall kam auch unter den Schädeln von Beuerberg, Nr. 62 der Originaltabelle, zur Beobachtung. Die senkrechte Nathspur fand sich in der rechten Schläfenschuppe.

C. Nathknochen der Schuppennath.

Schon die älteren Beobachtungen erwähnen Fälle, in welchen die ganze Schuppennath der Schläfenschuppe durch kleinere Schaltstücke doppelt erscheint, ich habe das mehrfach (z. B. an einem Schädel im Ossuarium in Innzell u. A.) beobachtet.

Wie oben bei Besprechung der „Nathknochenplatten" erwähnt, finden sich Schädel, bei welchen der obere Rand der Schläfenschuppe im Ganzen als Nathknochenplatte wie „abgesprengt" erscheint. Bei einem Schädel aus Aufkirchen erschien der vordere Rand der Schläfenschuppe 5 Millimeter breit und 22 Millimeter lang von der Schuppe abgespalten als Nathknochenplatte; bei einem Schädel in dem Ossuarium in Michelfeld lag die Nathknochenplatte beiderseits über dem hinteren Rand der Schuppe 9 Millimeter breit.

II. Gegend der Nasenwurzel.

3. Die Apophysis orbitaria externa, Frontale posterius, Postfrontale.

Die Herren Rambaud und Renault beschreiben einen, zuerst von Serres angegebenen unteren hinteren Knochenkern des Stirnbeins. Die betreffende Stelle[1]) lautet wörtlich: „Um den 75. Tag (11. Woche) erscheinen zwei neue Knochenelemente an jeder Hälfte des Stirnbeins: das eine nach innen und hinten von der Apophysis orbitaria interna unter der Stelle, welche von dem kleinen Haken für den grossen schiefen Augenmuskel eingenommen werden soll; das andere an der Apophysis orbitaria externa." „Das erste dieser neuen Knochenelemente, welches dem Frontale anterius von Cuvier entspricht, ist eine zarte Platte, unregelmässig quadratisch, welche sich durch eine „harmonische Nath" (Harmonie) mit dem Haupttheil des Stirnbeins und zwar mit jener Platte, welche die Augenhöhle bildet, verbindet; manchmal liegt dieser Theil weiter vorn, z. B. bei Hydrocephalen. Das Frontale posterius ist bei dem Menschen etwas ausserhalb der Augenhöhle gelegen; es gleicht dem Frontale anterius, aber es verschmilzt viel schneller mit dem Haupttheil des Stirnbeins. Herr Serres hat ebenso nach diesen primitiven Knochenelementen bei anderen Wirbelthieren geforscht; er beschreibt sie hauptsächlich beim jungen Hühnchen."

Ich habe, wie aus den oben gegebenen Beschreibungen der Untersuchungen an menschlichen Embryonen des 3. Monats zu ersehen, eine Abspaltung von Knochenpartien an der von den französischen Forschern angegebenen Stelle der Apophysis orbitaria externa, in einem Falle wenigstens, gesehen.[2]) Wie sich aus dem Obigen ergibt, sind meine Befunde aber nicht geeignet, die gelegentlich hier auftretende Abspaltung von dem Stirnbeinhinterrand als ein eigenes normales, principales Ossificationscentrum zu erklären. Es handelt sich, wie das übrigens auch die Herren Rambaud und Renault schon angeben, lediglich um eine accessorische Knochenbildung, welche keineswegs regelmässig auftritt. Derartige grossentheils innerhalb des Stirnbeins gelegene, in dieses tief einschneidende „Schaltknochen", wie Herr R. Virchow einen solchen abbildet,[3]) sind sogar sehr selten, sie sind es, welche wir auf jene auch von mir gesehenen accessorischen Bildungen des Stirnbeinrandes zurückführen dürfen.

Nur in diesem Sinne kann ich nach wiederholter Prüfung des Sachverhalts die Angaben der Herren Rambaud und Renault bestätigen.[4])

In einem gewissen Sinne ist es mir auch gelungen, die Angabe des Herrn von Ihering zu bestätigen, welcher in kurzen offenen Spalten, welche in seltenen Fällen bei Neugeborenen senkrecht auf die Kranznath in das Stirnbein einspringen, Spuren der Abtrennung der Serres'schen Postfrontale erkennen wollte. Die Beobachtung selbst ist, wie auch schon R. Virchow constatirt, vollkommen richtig, ich bin jedoch der Ansicht, dass, entgegen meiner früher ausgesprochenen Meinung, die Deutung des Befundes eine andere sein muss.

[1]) l. c. S. 122, 123.

[2]) J. Ranke, Der Stirnfortsatz der Schläfenschuppe. S. 255.

[3]) l. c. Tafel III, Fig. 1.

[4]) J. Ranke, Der Stirnfortsatz etc. S. 255.

Die betreffenden Spalten am unteren Ende des hinteren Randes der Stirnbeinschuppe sind bisher nur bei Neugeborenen und bei der Reife nahen Früchten beobachtet worden, sie stammen sonach nicht aus früher fötalen Verhältnissen her.

Ich habe diese Bildungen in neuester Zeit wieder eingehend geprüft und zwar an 10 Schädeln aus dem 4. Monat; 28 Schädeln aus dem 5. Monat; 28 Schädeln aus dem 6. Monat; 7 Schädeln aus dem 7. und 6 aus dem 8. Monat und bei keinem dieser 79 Schädel nur eine Spur der betreffenden Spalte gefunden, welche ich aber bei 3 Schädeln unter 81 Schädeln aus dem 9. und 10. Entwickelungsmonat (Neugeborene) constatiren konnte.[1])

Daraus müssen wir folgern, dass die betreffenden kurzen Randspalten im Hinterrand des Stirnbeins spätfötale Bildungen sind und mit dem Serres'schen Postfrontale keine directen Beziehungen besitzen.

Diese wahren Spalten im Hinterrande des Stirnbeins sind, wie gesagt, sehr seltene Erscheinungen, dagegen zeigt sich eine Art von Rinnenbildung vom Hinterrand des Stirnbeins gegen den Oberrand der Augenhöhle zu einstrahlend, in der gleichen Lage und Richtung wie jene Spalten, bei Früchten vom 5. Entwickelungsmonat an regelmässig.

Bei jüngeren Embryonen zeigt sich an der Apophysis orbitaria externa, d. h. dem Jochbeinfortsatz des Stirnbeins, eine charakteristische Unregelmässigkeit der Verknöcherung: die periostale Platte der Aussenfläche des Stirnbeins erreicht hier das Ende des Knochens nicht und hört mit einem meist etwas abgerundeten Rande auf, diese glatte Oberfläche des Knochens setzt sich von dem Ende des Knochens dadurch deutlich ab. Bei nur ganz wenig älteren Embryonen bildet sich, immer schärfer und markirter, an dieser Stelle die oben erwähnte rinnenartige Eintiefung aus, welche von unten und vorn gegen den Stirnbeinrand bogenförmig in die Höhe steigt.

Ich habe nach der Hyrtl'schen Methode bei dem frischen Kopf einer ausgetragenen menschlichen Frucht den Oberrand des präparirten Musculus temporalis auf beiden Seiten durch in den Knochen eingestossene Nadeln markirt und den Kopf dann macerirt. Es ergab sich, dass die betreffende „Rinne“ am Stirnbein die Ansatzstelle des Musculus temporalis am Stirnbein ist, der Stirnbeinanfang der Linea temporalis inferior, die Linea oder Crista temporalis des Stirnbeins.

Da, wie ich oben beschrieben habe, der Musculus temporalis erst im 4. Entwickelungsmonat das Stirnbein erreicht und nach und nach erst an demselben, wie an dem Scheitelbein emporwächst, so fehlt eine Markirung seines Ansatzes an den Stirnbeinen der jüngsten Schädel; sie bildet sich oben immer deutlicher aus und rückt immer weiter am Stirnbein in die Höhe mit dem zunehmenden Alter der Frucht.

Mit diesem Verhältniss des Muskelansatzes hängt irgendwie die von Ihering'sche Randspalte am Hinterrande des Stirnbeins von Neugeborenen zusammen. —

Bezüglich der embryonalen Entwickelung des Stirnbeins muss ich Herrn C. Toldt nach meinen oben im Einzelnen mitgetheilten Beobachtungen vollkommen beipflichten, welcher in dem Lehrbuch von Maschka[2]) unter Anderem eine genaue Beschreibung der Bildung des Stirnbeins gegeben hat. Bezüglich der uns hier beschäftigenden Frage sagt er:

---

[1]) Sie sind in den letzt vorstehenden Figuren Fig. 127—130 durch eine feine Linie im Stirnbein angedeutet. Näheres s. J. Ranke, Der Stirnfortsatz der Schläfenschuppe. S. 255.

[2]) l. c. S. 521.

„An der lateralen Fläche der Stirnbeinschuppe findet sich über dem Jochfortsatz eine schräg nach hinten und oben in die Kranznath verlaufende seichte Furche, welche gelegentlich einmal auch in ihrem hintersten Theile als durchdringende Spalte erscheint. Sie findet sich bei Embryonen vom 6. Monat an ganz constant und erhält sich in Spuren bis gegen das 3. bis 4. Lebensjahr. Sie bezeichnet bei Embryonen die Stelle, an welcher die äussere Tafel der Stirnbeinschuppe endigt und von welcher an sich jene derben Fasermassen an dem rauhen Jochfortsatz ansetzen, welche diesen mit dem Jochbein

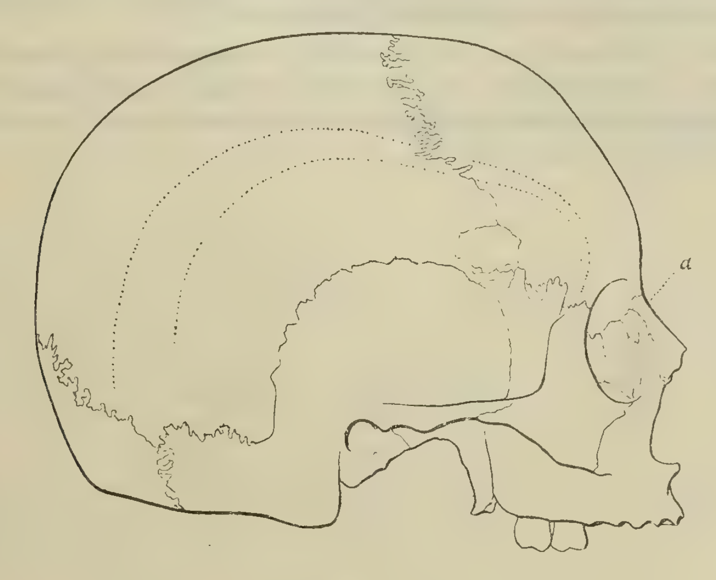


Fig. 132.

Weiblicher Schädel der Münchener Stadtbevölkerung mit Fontanellknochen a zwischen Stirnbein und Oberkiefer, Nasenbein und Thränenbein. In der Schläfenfontanelle ein Fontanellknochen und Abspaltungen vom Oberrand der Ala magna.

verbinden. Ihr Vorkommen hat wohl zu der Annahme Veranlassung gegeben, dass sich der laterale Theil des Orbitalrandes mit dem Processus zygomaticus ursprünglich aus einem selbständigen Ossificationspunkte entwickele. Ich habe etwas derartiges beim Menschen nie gesehen und muss daher die Angaben von Serres, Rambaud und Renault, welche durch Ihering auch in die deutsche Literatur übergegangen sind, wonach beim Menschen ein ursprünglich selbständiges Os frontale posterius bestehe, in Abrede stellen. Ebenso wenig kann ich für den Menschen die Existenz eines zu irgend einer Zeit isolirten Os frontale anterius einräumen. Zu der Annahme eines solchen mag der Umstand Veranlassung gegeben haben, dass die Verknöcherung des Orbitalfortsatzes von dem Augenhöhlenrand her bei manchen Embryonen nicht ganz gleichmässig, sondern von dem lateralen und medialen Rand her etwas rascher nach rückwärts fortschreitet als in der Mitte, so dass an dem letzteren Orte ein einspringender Winkel entsteht, der sich im weiteren Verlaufe zu einer dünnen Spalte verengt und endlich verschwindet."

*

Ich habe nur insofern zu diesen Angaben des Herrn C. Toldt einen Zusatz zu machen, als, wie gesagt, jene „Rinne“ die erste Anlage der Linea temporalis des Stirnbeins ist und dem Ansatz des Musculus temporalis am Stirnbein entspricht. —

Zum Schlusse seien noch symmetrisch auf beiden Seiten eines erwachsenen weiblichen Schädels der Münchener Stadtbevölkerung befindliche „Schaltknochen“ erwähnt, welche man vielleicht versucht sein könnte, als „Präfrontalia“ zu bezeichnen, Fig. 132, a. Sie sind nichts weiter als Fontanellknochen einer frühfötalen Fontanelle zwischen Stirnbein, Nasenbein, Thränenbein und Stirnbeinfortsatz des Oberkiefers. —

Wenn schon überhaupt einer der überzähligen Hautknochen des Menschenschädels als „Postfrontale“ bezeichnet werden soll, so kann nur unser „Intertemporale“, als der einzige in der betreffenden Schädelgegend bisher nachgewiesene typische, principale Elementarknochen des Schädels, in Frage kommen.

Reguläre

Plan- und Raumtheilung.

Von

E. von Fedorow.

(Mit 13 Tafeln.)



Die Theorie der Krystallstructur hat u. A. folgende rein geometrische Aufgabe aufgestellt:

Den unbegrenzt gedachten Raum in congruent resp. symmetrisch gleiche continuirliche Raumfiguren gesetzmässig zu theilen.

Unter gesetzmässigen Theilungen werden hier solche verstanden, für welche sämmtlich dieselben Deckoperationen giltig sind. Wenn wir also auf der Oberfläche einer einzigen Raumeinheit auf irgend welche Weise die Deckoperationen mit den anliegenden angeben würden, so werden dadurch die Gesetze der Deckoperationen für die Einheiten des ganzen Systems eindeutig bestimmt.

Da aber die Lösung dieser Aufgabe in ihrer Allgemeinheit mit einer ansehnlichen Anstrengung der geometrischen Einbildungskraft verbunden ist, so erlaube ich mir, wegen der Erleichterung der Auffassung des Untersuchungsganges, zuerst die einfachere, aber ganz analoge Aufgabe der regulären Plantheilung in ihrer Allgemeinheit zu behandeln. Somit zerfällt diese Abhandlung in zwei Theile.

I. Theil. Reguläre Plantheilung.

1. Es steht uns zuerst die Aufgabe bevor, sämmtliche Typen der regulären Theilung der unbegrenzten Ebene aufzusuchen.

In dieser Hinsicht sind nur zwei Arten solcher Theilung denkbar: entweder a) sämmtliche ebene Figuren sind parallel orientirt oder b) dies ist nicht der Fall.

Systeme, welche der ersten Voraussetzung entsprechen, wollen wir die Systeme I. Ordnung bezeichnen, und zuerst nur solche der Untersuchung unterziehen.

2. Denken wir beliebige hierzu gehörende Figuren herausgenommen. Sie sind untereinander durch einfache Translation verbunden, welche zugleich die Decktranslation für sämmtliche andere Figuren ist. Für diese Translation erhalten wir eine bestimmte Richtung und eine bestimmte Strecke. Die Deckung kann in dieser Richtung und um diese Strecke beliebige Male wiederholt werden, und jedes Mal kommt das ganze System mit sich selbst zur Deckung. Jede einzelne Einheit bestimmt somit eine congruente Reihe der Figuren. Nehmen wir beliebig einen Punkt in einer Einheit und die analogen Punkte in sämmtlichen anderen Figuren, so bildet die Gesammtheit dieser Punkte ein ebenes Netz (analytisch ausgedrückt quadratische Form II. Grades).

3. Nehmen wir aber nur zwei anliegende (also eine Grenzlinie gemeinsam besitzende) Einheiten in Betracht, so erhalten wir eine Reihe besonderer Art, in welcher jede zwei nächststehende Einheiten anliegende sind. Wir wollen solche Reihen als Colonnen I. Ordnung bezeichnen.

Hiermit kann das ganze System I. Ordnung als das System der anliegenden parallelen Colonnen I. Ordnung aufgefasst werden.

4. Jede Einheit kann als eine gemeinsame Figur von wenigstens zwei verschiedenen Colonnen I. Ordnung aber verschiedener Richtung aufgefasst werden.

Nun ist es klar, dass irgend welche zwei durch die gegebene Einheit hindurchgehende Colonnen eindeutig das ganze System bestimmen.

Der Deutlichkeit wegen nehmen wir zwei solche Colonnen in Betracht. In der 1. Colonne bezeichnen wir die als Ausgangspunkt der Betrachtung dienende Einheit durch die Zahl 0, die anliegende in bestimmter Richtung durch 1, die weitere durch 2 u. s. f., und in entgegengesetzter Richtung die anliegende durch $\bar{1}$, die nächstfolgende durch $\bar{2}$ u. s. f. Die betreffenden Zahlen für die Einheiten der 2. Colonne wollen wir an zweiter Stelle placiren, und wieder in einer bestimmten Richtung durch 1, 2 u. s. f. und in entgegengesetzter Richtung durch $\bar{1}$, $\bar{2}$ u. s. f. bezeichnen.

Es ist dann einleuchtend, dass nach dem Princip der Coordinatenaxen wir jetzt jede beliebige Einheit des Systems genau und eindeutig durch zwei nebeneinander gestellte Zahlen bezeichnen können. Somit bedeuten zwei solche Zahlen z. B. $m\bar{n}$ eine ganz bestimmte Einheit des Systems.

5. Denken wir durch einen Punkt der für zwei anliegende Einheiten gemeinsamen Grenzlinie in der Richtung der betreffenden Colonne eine Gerade gezogen, so schneidet diese Gerade sämmtliche analoge Grenzlinien dieser Colonne in analogen Punkten; diese Punkte bilden somit eine congruente Punktreihe, und der gemeinsame Abstand der Punkte dieser Reihe ist nichts Anderes als die der Colonne zugeordnete Deckstrecke λ.

Also die Planeinheiten I. Ordnung sind von einander durch analoge, gleiche und parallele Grenzlinien getrennt, deren Abstand gleich λ ist (wo λ die der Colonne zugeordnete Deckstrecke bezeichnet).

Die Anzahl der Grenzlinien einer Einheit kann also nur gerade sein.

Solche ebene Figuren wollen wir als Parallelogone bezeichnen.[1])

---

[1]) Die Definition des Parallelogons wurde in der Arbeit „Elemente der Gestaltenlehre" (russisch) § 56 gegeben. Da hier ganz besonders diese und zwei andere Grundwerke berücksichtigt werden, so wollen wir dieselben im Weiteren in verkürzter Form citiren. Dieses Werk wurde im Jahre 1881 fertig und im Manuscripte Herrn Tschebyschew vorgelegt (vgl. Einleitung zu demselben, Anmerkung S. V). Dieser berühmte Mathematiker hat aber die Vermittelung der Erleichterung der Publication dieses umfassenden Werkes (in gedruckter Form 277 Seiten und 18 grosse Tafeln) abgelehnt und sogar die Meinung geäussert, ohne dasselbe in die Hände zu nehmen, sondern ausschliesslich von principiellem Standpunkte, dass solche Werke gegenwärtig die Mathematiker nicht interessiren können. Die daraus entstandene Verlegenheit hat das Erscheinen des Werkes im Drucke sehr verzögert und wurde erst 1883 durch den bedeutenden Krystallographen Gadolin beseitigt, nachdem derselbe in einer Reihe von Vorträgen des Verfassers mit der Theorie der Krystallstructur desselben bekannt geworden war. Da aber diese Theorie durch einen Theil der Sätze dieses Werkes ihre Stütze fand und dabei durch zahlreiche specielle Beobachtungen experimentell nachgewiesen wurde, so hat Derselbe der k. mineralogischen Gesellschaft zu

6. Jetzt stellen wir uns die Frage, wie viele Paare Grenzlinien ein Parallelogon besitzen kann, oder, was dasselbe ist, für wie viel Colonnen es die gemeinsame Figur bildet.

Der gegebenen Einheit 0 sind jedenfalls die Figuren 10, $\bar{1}0$, 01, $0\bar{1}$ anliegend und durch besondere Grenzlinien davon getrennt. In der anliegenden Colonne sind der Einheit 01 die Einheiten $\bar{1}1$ und 11 anliegend; diese beiden Einheiten sind von 01 durch zwei analoge gleiche und parallele Grenzlinien getrennt, und der Abstand zwischen den analogen Punkten dieser Grenzlinien ist in der Richtung der Colonne wieder λ.

Es ist also ganz unmöglich, dass ausser 01 noch zugleich die beiden Einheiten $\bar{1}1$ und 11 von der Einheit 0 durch Grenzlinien getrennt wären. Es kann also höchstens ausser 01 nur eine von beiden, entweder $\bar{1}1$ oder 11 von 0 durch Grenzlinien begrenzt werden.

Es giebt also lediglich durch zwei und durch drei Paar Grenzlinien umschriebene Parallelogone. Wir wollen dieselben resp. Diparallelogone und Triparallelogone bezeichnen.

Dass die Grenzlinien auch Gerade sein können, wurde schon längst früher bewiesen.[1]) Nun ist es klar, dass die Parallelogone, welche durch Grenzlinien anderer Art und nicht durch Gerade begrenzt sind, als Varietäten der geradlinigen Parallelogone aufgefasst werden können, indem die parallelen Grenzgeraden durch irgend welche andere, mehr oder weniger beliebige Linien ersetzt werden. Diese Varietäten sind in unbegrenzter

---

St. Petersburg vorgeschlagen, für die Publication dieses Werkes Sorge zu tragen (vgl. Verhandlungen der k. Mineralogischen Gesellschaft Bd. XX S. 334). Im Folgenden wird das Werk einfach E. G. L. citirt.

Das zweite in mancher Hinsicht auch der jetzigen Arbeit zu Grunde liegende Werk sind die „Analytisch-krystallographischen Studien", welche als vier besonders zur Publication gelangten Studien im Jahre 1885—1887 erschienen. Im Folgenden werden sie kurz A. K. S. citirt.

Das dritte hier zu Grunde liegende Werk, in welchem schon das meiste davon enthalten ist, was hier dargelegt worden ist, ist die Symmetrielehre, welche ebenfalls in vier verschiedenen Theilen während d. Z. 1888—1891 zur Publication gelangte. Der erste ist „Grundformeln der analytischen Geometrie", wo das neue überzählige Coordinatensystem ausführlich entwickelt wurde. In weiteren Arbeiten wurde gezeigt, dass die Anwendung desselben fast in allen Fällen die Lösung der Aufgaben der elementaren analytischen Geometrie erleichtert und vereinfacht, indem bei dem neuen Coordinatensystem der Unterschied der Lösung in orthogonalen und schiefwinkeligen Coordinaten ganz verschwindet, und alle Grundaufgaben durch die Formeln aufgelöst werden, welche denjenigen für orthogonales Coordinatensystem gehörenden ganz analog und von demselben Grade der Einfachheit sind. Der zweite Theil ist unter dem Titel „Die Symmetrie der endlichen Figuren", der dritte „Die Symmetrie der unendlichen regelmässigen Systeme der Figuren" und der vierte „Die Symmetrie auf der Ebene" erschienen. In Weiterem werden diese Theile einfach S. L. I, resp. II, III oder IV citirt.

Die einfachen geradlinigen Parallelogone wurden in E. G. L. § 57 ausgeführt. Dabei wurde gezeigt, dass ausser zwei convexen Formen noch eine concave Form des einfachen Triparallelogons vorhanden ist.

Wenn die Ebene nicht durch Formen einer und derselben Art, sondern von verschiedenen in der Anzahl m vorhandenen, ebenen Figuren regelmässig ausgefüllt ist, so werden solche Figuren Parallelogone m^{ter} Ordnung genannt. Die erschöpfende Darstellung convexer Parallelogone II. Ordnung wurde daselbst in § 60 ausgeführt und in der Tafel X bildlich reproducirt. Diese Darstellung hat die Bedeutung, dass die Schnittfiguren der Paralleloëdersysteme durch besondere § 81 und 82 näher bestimmte Ebenen convexe Parallelogone II. Ordnung sind. Andere ebene Schnittfiguren sind Parallelogone höherer Ordnung.

[1]) Die vollständige Darstellung dieser Systeme ist in E. G. L. § 57 ausgeführt.

Anzahl zu denken, aber natürlich kommt ihnen keine besondere Bedeutung zu, und wir können die Gesammtheit aller Parallelogone einer Art in einem Typus vereinigen, und die geradlinigen als die einfachsten für die typischen betrachten, welche als die primären bezeichnet wurden, da sämmtliche anderen, die secundären, von ihnen durch eine unendliche Anzahl verschiedener Operationen abgeleitet gedacht werden können.[1])

7. Nun ist aber die Möglichkeit dieser Operationen durch die aufgestellte Bedingung der Continuität wesentlich beschränkt. Es ist also unmöglich, die geraden Grenzlinien durch solche andere zu ersetzen, welche einander schneiden würden.

Eine weitere Beschränkung dieser Operationen bringt die Symmetrie mit.

Es war schon längst bewiesen worden, dass das Vorhandensein einer zur Ebene senkrechten zweizähligen Symmetrieaxe allein genügt, um die krummlinigen Grenzlinien unmöglich zu machen.[2])

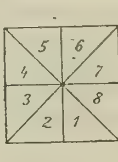
8. Die Symmetrie einer Planeinheit kann aber viel höher sein. Um die möglichen Symmetrieelemente aufzusuchen, müssen wir die mögliche Vertheilung der Colonne resp. der Grenzlinien in Betracht ziehen.

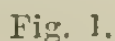
Dass zur Ebene senkrechte Symmetrieebenen möglich sind, bedarf keines speciellen Beweises.

Unter den zur Ebene senkrechten Symmetriaxen ist für das Diparallelogon die höchst mögliche vierzählige und für das Triparallelogon die sechszählige Symmetriaxe denkbar.

Diesen Symmetrieaxen entspricht unter den geradlinigen, also primären Parallelogonen das reguläre Viereck (Quadrat) resp. das reguläre Sechseck.

Die höchst möglichen Symmetriearten der Parallelogone, folglich auch der Systeme I. Ordnung überhaupt, sind diejenigen, welche durch eine vierzählige Symmetrieaxe und vier verticale Symmetrieebenen (ditetragonal-pyramidale Symmetrieart) resp. durch eine sechszählige Symmetrieaxe und sechs verticale Symmetrieebenen bedingt werden (dihexagonal-pyramidale Symmetrieart).




Fig. 1.

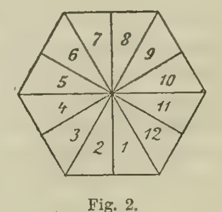


Fig. 2.

Die erste entspricht dem Quadrat (Fig. 1), die zweite dem regulären Sechseck (Fig. 2).

---

[1]) Die Definition und nähere Untersuchung der secundären Parallelogonsysteme ist in E. G. L. § 58 enthalten. Hierselbst wurde auch gezeigt, dass durch die zur Darstellung der secundären Parallelogone dienende Construction sich nicht nur die krummlinigen und sonst complicirten Formen erhalten lassen, sondern auch die Verwandlung der Diparallelogone in Triparallelogone und umgekehrt zu Stande kommen kann. Diese specielle Construction ist in der Fig. 89 veranschaulicht.

[2]) Dieser Beweis in E. G. L. § 57 wurde dadurch erbracht, dass in die Definition des primären Parallelogons das Vorhandensein dieses Symmetrieelementes eingeführt wurde (Definition 6), und dann der Beweis geliefert wurde, dass solche einfache Figuren nur convexe sein können (Zusatz S. 173).

Es ergiebt sich weiter von selbst, dass auch sämmtliche andere, in Bezug auf diese beiden untergeordnete, Symmetriearten (man pflegt zuweilen dieselben als Untergruppen zu bezeichnen) ebenfalls für die betreffenden Parellelogone zulässig sind.

9. Die Aufgabe der Aufsuchung sämmtlicher hierzu gehörender Symmetriearten gehört der reinen Symmetrielehre an und ist schon längst erschöpfend gelöst.[1])

Hier können wir uns also mit den Resultaten begnügen.

Wollen wir sämmtliche durch die Symmetrieebenen getrennten Theile abzählen, so finden wir für jeden Typus der Parallelogone, dass jede bestimmte Nummer in Bezug auf jede andere ein bestimmtes Symmetrieelement ausdrückt. Beziehen wir alle diese Nummern auf die Nr. 1, so finden wir:

für das Quadrat: 2, 4, 6 und 8 drücken verticale Symmetrieebenen von entsprechender bestimmter Lage aus, 3 und 7 gehören zur verticalen vierzähligen Symmetrieaxe und sind untrennbar verbunden, 5 gehört zur verticalen zweizähligen Symmetrieaxe, welche der vierzähligen untergeordnet ist, aber auch als selbständige Axe auftreten kann;

für das reguläre Sechseck: 2, 4, 6, 8, 10 und 12 drücken ebenfalls 6 verticale Symmetrieebenen von ganz bestimmter Lage aus, 3 und 11 beziehen sich speciell auf die sechszählige, 5 und 9 auf die dreizählige Symmetrieaxe; beide letzte Zahlenpaare sind unter sich untrennbar, aber die letzte kann auch selbständig auftreten, ebenso wie die zweizählige Symmetrieaxe, welche hier durch 7 ausgedrückt wird.

Berücksichtigen wir die vorangehenden Resultate, so erhalten wir folgende Tabelle der

Symmetriearten der ebenen Systeme.

Nr.	Symmetrie-grösse	Charakteristische Zahlencomplexe für Diparallelogone	für Triparallelogone	Gleichungen der Symmetrie
1	1	1	1	$z = c; \quad v = d$
2	2	1 5	1 7	$z = n^k c; \quad v = n^k d$
3	2	1 2	1 2	$z = n^k c; \quad v = d$
4	4	1 2 5 6	1 2 7 8	$z = n^k c; \quad v = n^l d$
5	4	1 3 5 7	—	$y_0 = \overset{4}{b}_s; \quad y_1 = \overset{4}{l}_{s+1}$
6	8	1 2 3 4 5 6 7 8	—	$y_0 = \overset{4}{b}_s; \quad y_1 = \overset{4}{b}_{s+n^k}$
7	3	—	1 5 9	$y_0 = \overset{3}{b}_s; \quad y_1 = \overset{3}{b}_{s+1}$
8	6	—	1 2 5 6 9 10	$y_0 = \overset{3}{b}_s; \quad y_1 = \overset{3}{b}_{s+n^k}$
9	6	—	1 3 5 7 9 11	$y_0 = \overset{6}{b}_s; \quad y_1 = \overset{6}{b}_{s+1}$
10	12	—	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	$y_0 = \overset{6}{b}_s; \quad y_1 = \overset{6}{b}_{s+n^k}$

[1]) Die vollständige Auffindung der Symmetriearten auf der Ebene überhaupt und speciell diejenige der regulären Plantheilungen wurde S. L. IV I. Theil ausgeführt.

Dabei wurde gezeigt, dass eine unendliche Reihe geometrischer Symmetriesysteme vorhanden ist, und in jedem System vier verschiedene Symmetriearten enthalten sind.

Zuerst wurde der analytische Ausdruck durch Symmetriegleichungen in dem neu eingeführten geradlinigen Coordinatenaxensystem gegeben und dann auf Grund der Transformationsformel dieselben

Hier sind die algebraischen Gleichungen sämmtlicher Symmetriearten angegeben, da durchaus nicht alle Zahlencomplexe für eine gegebene Symmetrieart eindeutig sind. Die dritte Symmetrieart bedeutet z. B. das Vorhandensein einer einzigen verticalen Symmetrieebene. Dieselbe kann aber in verschiedener Weise orientirt und in verschiedenen Fällen durch verschiedene Zahlencomplexe ausgedrückt werden. Die Symmetriegleichungen sind aber von mehr abstracter Natur, indem die Coordinatenaxen verschiedenartig vorgestellt werden können.

Gleichungen im polaren Coordinatensystem ausgedrückt. Auch von der Lehre der Radien-Vectoren wurde Anwendung gemacht.

Auf diese Weise liess sich folgende Tabelle der Symmetriearten auf der Ebene herstellen:

$2p$-gonales Symmetriesystem.

Symmetrieart		Geradliniges Coordinatensystem		Polares Coordinatensystem		Analytischer Ausdruck durch Vectoren
I		$y_0 = \overset{2p}{b}_s$	$y_1 = \overset{2p}{b}_{s+n^k}$	$\varrho = r$	$\gamma = n^k g + s \cdot \frac{\pi}{p}$	$V = \sqrt[2p]{a' + n^k b' \cdot i} = n^l \sqrt[p]{a + n^k \cdot b \cdot i}$
	oder	$y_0 = n^l \overset{p}{b}_s$	$y_1 = n^l \overset{p}{b}_{s+n^k}$			$= r \cdot e^i \left(n^k g + s \cdot \frac{\pi}{p}\right)$
II		$y_0 = \overset{2p}{b}_s$	$y_1 = \overset{2p}{b}_{s+1}$	$\varrho = r$	$\gamma = g + s \cdot \frac{\pi}{p}$	$V = \sqrt[2p]{a' + b' \cdot i} = n^l \sqrt[p]{a + bi}$
	oder	$y_0 = n^l \overset{p}{b}_s$	$y_1 = n^l \overset{p}{b}_{s+1}$			$= r \cdot e^i \left(g + s \frac{\pi}{p}\right)$
III		$y_0 = \overset{p}{b}_s$	$y_1 = \overset{p}{b}_{s+n^k}$	$\varrho = r$	$\gamma = n^k g + s \cdot \frac{2\pi}{p}$	$V = \sqrt[p]{a + n^k b \cdot i} = r \cdot e^i \left(n^k g + s \frac{2\pi}{p}\right)$
IV		$y_0 = \overset{p}{b}_s$	$y_1 = \overset{p}{b}_{s+1}$	$\varrho = r$	$\gamma = g + s \cdot \frac{2\pi}{p}$	$V = \sqrt[p]{a + bi} = r \cdot e^i \left(g + s \cdot \frac{2\pi}{p}\right)$

Für die Systeme, in welchen p eine gerade Zahl ist, bleiben nur die beiden ersten Symmetriearten übrig. Für das System, für welches $p = 1$, also das digonale, ist das geradlinige Coordinatensystem schon ungenügend, und für dasselbe gelten folgende specielle und einfachere Symmetriegleichungen:

Digonales System.

Symmetrieart	Geradliniges Coordinatensystem		Polares Coordinatensystem		Analytischer Ausdruck durch Vectoren
I	$z = n^k c$	$v = n^l d$	$\varrho = r$	$\gamma = n^k g + s \cdot \pi$	$V = \sqrt[2]{a' + n^k b' i} = n^l (a + n^k b \cdot i)$
II	$z = n^k c$	$v = n^k d$	$\varrho = r$	$\gamma = g + s \cdot \pi$	$V = \sqrt[2]{a' + b' i} = n^l (a + b i)$
III	$z = n^k c$	$v = d$	$\varrho = r$	$\gamma = n^k g + s \cdot 2\pi$	$V = a + n^k b i$
IV	$z = c$	$v = d$	$\varrho = r$	$\gamma = g + s \cdot 2\pi$	$V = a + b \cdot i$

Natürlich weisen die Gleichungen der letzten Zeile auf das vollständige Fehlen der Symmetrie hin.

In derselben Arbeit wurden ebenfalls die allgemeinsten Ausdrücke für die jeder Symmetrieart angehörenden Curven angegeben, und die einfachsten Reihen ausführlicher besprochen. Die einfachste unendliche Reihe der symmetrischen Curven wurde mit besonderem Namen „Die Actinoiden" belegt. Auch wurde hierselbst auf die Rolle der von Cauchy als „symmetrische" bezeichneten Functionen in der Symmetrielehre hingewiesen.

Natürlich lassen sich dieselben Principien auch zur Behandlung der symmetrischen Raumgebilde ganz analog anwenden.

Die Bedeutung der Parameter dieser Gleichungen ebenso wie die richtige Vereinigung dieser zehn Symmetriearten in Gruppen wird aus dem Folgenden ersichtlich.

10. Für jede Symmetrieart und eine gegebene Richtung von allgemeiner Lage (d. h. eine Gerade, welche weder in der Symmetrieebene liegt noch zu ihr senkrecht steht) erhalten wir eine Anzahl gleichwerthiger Richtungen, welche der Symmetriegrösse gleich ist. Für die particulären Richtungen ist die Anzahl gleicher Richtungen eine geringere und es kann sogar der Fall vorkommen, dass diese Anzahl sich zu einer Einheit reducirt. Solche Richtungen wollen wir als singuläre bezeichnen.[1])

Die angegebenen Symmetriearten können in dieser Hinsicht in folgende Gruppen getheilt werden, welche wir als die Arten der Syngonie bezeichnen wollen.

I. Sämmtliche Richtungen sind singuläre. Dazu gehören die beiden ersten Symmetriearten. Diese Syngonie bezeichnen wir als die monokline.

II. Es giebt nur zwei untereinander senkrechte singuläre Richtungen, und zwar diejenigen, welche mit der Trace der Symmetrieebenen auf der Ebene oder mit dem Perpendikel zusammenfallen. Hierzu gehören die dritte und die vierte Symmetrieart.

Diese Syngonie soll die rhombische heissen.

III. Es giebt keine singulären Richtungen. Die gleichen oder speciell die particulären Richtungen, wenn vorhanden, sind in der Anzahl 2 da. Hierzu gehören die fünfte und die sechste Symmetrieart.

Diese Syngonie werde als die tetragonale bezeichnet.

IV. Ebenfalls keine singulären Richtungen, aber die Anzahl der gleichen oder speciell der particulären Richtungen, wenn solche überhaupt vorhanden sind, ist gleich 3. Hierzu gehören die Symmetriearten sieben, acht, neun und zehn.

Diese Syngonie werde als die hexagonale bezeichnet.

Für die Coordinatenaxe der Symmetriegleichungen werden entweder die singulären (für die ersten vier Symmetriearten) oder die particulären gleichen Richtungen, oder endlich (für die Symmetriearten fünf, sieben und neun) beliebige gleiche Richtungen genommen. Die singulären Richtungen bezeichnen wir durch verschiedene Buchstaben z und v, die gleichen aber durch dieselben Buchstaben y_s, wo s die Ordnungszahl ist, und zwar besitzt diese Zahl vier Bedeutungen für die 5. und 6. Symmetrieart, drei Bedeutungen für die 7. und 8. Symmetrieart, sechs Bedeutungen für die 9. und 10. Symmetrieart.

Die Coordinatengrösse eines Punktes wird stets durch die durch diesen Punkt gezogenen Perpendikel auf die Coordinatenaxen bestimmt.

Das Coordinatensystem lässt sich auf diese Weise für tetragonale und hexagonale Syngoniearten als eine überzählige characterisiren. Somit müssen unter den Coordinatengrössen specielle Relationen vorhanden sein. Dieselben sind nämlich[2])

$$y_s \sin (y_0 y_1) = y_0 \sin (y_s y_1) + y_1 \sin (y_0 y_s).$$

---

[1]) Diese Begriffe wurden in der Zeitschrift für Krystallographie Bd. XXXI, S. 21 ff. eingeführt.

[2]) Diese, ebenso wie sämmtliche andere Grundformeln der analytischen Geometrie auf der Ebene in neuem Coordinatensystem ausgedrückt, sind in dem II. Kapitel S. L. IV. enthalten.

Wie oben erwähnt, lassen sich die Aufgaben der elementaren analytischen Geometrie durch das

In allen in der angegebenen Tabelle enthaltenen Gleichungen bedeutet n die negative Einheit (—1), die Parameter k und l sind zweizählig und bedeuten eine der zwei Zahlen 0 oder 1. Der Parameter s ist aber mehrzählig und periodisch. Seine Zähligkeit ist diejenige der durch denselben auszudrückenden Symmetrieaxe, wie eben erwähnt wurde. Der Deutlichkeit wegen ist die Periode jedes Mal durch eine obenstehende Zahl angezeigt.

11. Die Darstellung der Systeme I. Ordnung wird dadurch erschöpft, dass man alle diesen Systemen zukommenden Symmetriearten in Betracht zieht. Dabei kann aber vorkommen, dass man für einen und denselben Parallelogontypus und eine und dieselbe Symmetrieart verschiedene Systeme erhält, indem die Symmetrieelemente in Bezug auf die Colonnen resp. Grenzlinien verschieden orientirt sind.

Unter den vier Symmetrieebenen, welche z. B. in dem Quadrate auftreten, kommt den verschiedenen auch eine verschiedene Bedeutung zu, aber nicht alle vier sind in Bezug auf ihre Lage in dem System verschieden.

Die Lösung der Fragen dieser Art gehört einer besonderen Abzweigung der Symmetrielehre — der Lehre über scheinbare Symmetrie (l'aspect nach C. Jordan) oder Symmetrie der Lage an.

Die beiden Lehren, die Symmetrielehre und die Lehre über die scheinbare Symmetrie, stehen untereinander im Besonderen in demselben Verhältniss, in welchem im Allgemeinen die metrische Geometrie und die Geometrie der Lage untereinander stehen. Die Grundzüge der Lehre von der scheinbaren Symmetrie wurden schon früher ziemlich ausführlich behandelt.[1]) Das Resultat dieser Lehre ist, dass die Arten der scheinbaren Symmetrie zu denjenigen der wirklichen Symmetrie in so naher Beziehung stehen, dass sie analog von derselben Anzahl sind und durch dieselben Bezeichnungen angemerkt werden können, z. B. von der Sym-

---

Einführen des neuen Coordinatensystems einfacher auflösen. Als Beispiel kann die Auffindung einer merkwürdigen (übrigens schon längst bekannten, aber speciell für rechtwinkliche Coordinaten hervorgehobenen) Eigenschaft des Kreises dienen, welche von selbst bei der Darstellung der Kreisgleichung in neuen Coordinaten

$$y_0^2 - 2y_0 y_1 \cos a + y_1^2 = r^2 \sin^2 a$$

ersichtlich wird. Diese Eigenschaft hat bei den Ausführungen der Constructionen in stereographischen Projectionen im Gebiete der Krystallographie Anwendung gefunden (vgl. Universalmethode in der Mineralogie und Petrographie, Zeitschrift für Krystallographie XXI, S. 620).

[1]) Diese Frage ist in der Abhandlung „Grundzüge der Morphologie und Systematik der Polyëder“ (1893) besprochen. Die Aufgabe der Abhandlung selbst ist aus deren Titel direct ersichtlich. Derselben ist eine historische Einleitung beigegeben und speciell die Abhandlung von Eberhardt „Zur Morphologie der Polyëder“ besprochen. In dieser Arbeit wird die Methode gegeben, sämmtliche Polyëderarten einer Ordnung aus denen der vorigen erschöpfend abzuleiten. Während H. Eberhardt diese Ableitung mit der IV. Ordnung („Heptaëder“ von ihm bezeichnet) abgeschlossen hat, ist in dieser Arbeit die vollständige Ableitung nicht nur der 7-Flächner, sondern auch der 8-Flächner und 9-Flächner gegeben. Jede Polyëderart wird durch ein besonderes systematisches Symbol bezeichnet, in welchem diese einen anschaulichen Ausdruck findet. Dabei wurde hervorgehoben, dass selbst für die 7-Flächner H. Eberhardt einen Fehler begangen und zwar einen Typus weniger dargestellt hat. (Bei ihm sind 5 Typen und in der Wirklichkeit deren 6 vorhanden.)

Ausser den allgemeinen Polyëdern (d. h. Polyëder mit lauter dreiflächigen Ecken; solche Polyëder wurden in E. G. L. als trigonoëdrische resp. theoretische bezeichnet) wurde in derselben Arbeit auch die

metrie des Quadrates können wir sagen, dass dieselbe ditetragonal (Nr. 6 der Tabelle)[1]) sei, ebenso wie von der scheinbaren Symmetrie eines beliebigen Parallelogramms.

In Anbetracht des von der Lehre der scheinbaren Symmetrie begründeten Standpunktes müssen wir also die beiden Symmetrieebenen, deren Tracen den Seiten des Quadrates parallel sind, als gleichwerthige betrachten, wenn auch in der Wirklichkeit keine vierzählige Symmetrieaxe vorhanden wäre. Dasselbe gilt auch für beide diagonale Symmetrieebenen. Die ersten und die letzten Symmetrieebenen sind aber, auf demselben Princip der scheinbaren Symmetrie fussend, keineswegs untereinander gleichwerthig.

Bei der Erschöpfung der möglichen Fälle müssen wir also nothwendig diesen Standpunkt berücksichtigen und erhalten dann als allein mögliche, und dabei sämmtlich untereinander verschiedene, folgende Systeme:

12. 1) 1 II und 2) 1 III bezeichnet zwei Systeme, in welchen Symmetrie vollständig fehlt. Die Zahl 1 soll die Lagerung der Symmetrieelemente in der Ebene ausdrücken, welche aber gerade in diesem Fall gar nicht vorhanden sind; II und III bezeichnen das Di- resp. Triparallelogon.

3) 2 II und 4) 2 III bedeuten zwei Systeme, in welchen nur zweizählige, in die Centra der Einheiten fallende Symmetrieaxen vorhanden sind (s. Tafel I für diese und andere Systeme).

5) 3 II, wenn Symmetrieebenen allein vorhanden sind, welche einem Paar Seiten parallel sind (allgemeiner ausgedrückt der Richtung einer der beiden Colonnen parallel sind).

6) 4 II, 7) 4 III und 8) 4 III′, wenn ebenfalls eine Symmetrieebene allein vorhanden ist; in den beiden ersten Fällen besitzt dieselbe die diagonale Lage, im dritten steht sie zum einen Seitenpaar senkrecht.

9) 5 II, wenn zwei Symmetrieebenen vorhanden sind, welche beide zur Seite senkrecht stehen.

10) 6 II, 11) 6 III. Dieselben senkrechten Symmetrieebenen vorhanden. In dem Diparallelogon besitzen beide die diagonale Lage; in dem Triparallelogon steht nur eine derselben diagonal, die andere aber senkrecht zu einem Seitenpaar.

Methode gegeben, die particulären erschöpfend darzustellen. Dadurch erwirbt die Ableitung der Polyëderarten ihre höchste Allgemeinheit. Das Resultat ist in folgender Tabelle enthalten:

	Allgemeine	Particuläre Polyëderarten	Zusammen
I. Ordnung (Vierflächner)	1	—	1
II. „	1	1	2
III. „	2	6	8
IV. „	6	40	46
V. „	17	—	—
VI. „	75	—	—

In derselben Arbeit ist ausserdem die vollständige Ableitung der Paarflächner V., VII. und IX. Ordnungen ausgeführt und dabei der Dualismus berücksichtigt. Dadurch wird die Anzahl der erschöpfend dargestellten Typen verdoppelt. Alles das blieb der Arbeit von H. Eberhardt fremd.

[1]) Die Bezeichnung der Symmetrieart wird von der allgemeinen Figur entnommen. Unter allgemeiner Figur wird eine solche verstanden, welche dadurch entsteht, dass man eine Grenzgerade allgemeiner Lage nimmt und auf Grund aller vorhandenen Symmetrieelemente daraus alle anderen Grenzgeraden ermittelt. Für den betrachteten Fall ist diese Figur ein Ditetragon.

12) 7 II. Es giebt nur eine einzige in das Centrum fallende vierzählige Symmetrieaxe.

13) 8 II. Zu derselben kommen noch vier Symmetrieebenen hinzu.

14) 9 III. Es giebt nur eine einzige in das Centrum fallende dreizählige Symmetrieaxe.

15) 10 III und 16) 11 III. Zu derselben kommen noch Symmetrieebenen hinzu. Im ersten Fall stehen dieselben senkrecht zu Seitenpaaren; im zweiten stehen dieselben diagonal.

17) 12 III. Es giebt eine einzige sechszählige, in das Centrum fallende Symmetrieaxe.

18) 13 III. Zu derselben kommen noch Symmetrieebenen hinzu.

13. Nehmen wir innerhalb einer Einheit beliebig einen Punkt, so bedingen die Symmetrieelemente der Einheit ebenso wie die Translationsdeckbewegungen eine unbegrenzte Gesammtheit analoger Punkte, welche als ein regelmässiges Punktsystem bezeichnet wird.

Die erschöpfende Darstellung solcher ebener Punktsysteme war schon längst früher ausgeführt,[1]) und ist in der Tafel I anschaulich auf graphischem Wege reproducirt, sowie am Schlusse dieses ersten Theiles tabellarisch durch analytische Gleichungen zusammengefasst.

Jedes dieser Systeme ist durch die Art und Lage der Symmetrieelemente charakterisirt.

Jetzt kommen wir zur Lösung derselben Frage auf ganz anderem Wege, indem durch die Symmetrie einer einzelnen Planeinheit und durch die Decktranslationsbewegungen wieder dieselben Systeme reproducirt werden, obgleich es nicht von vornherein ersichtlich ist, ob auch jetzt wir zur erschöpfenden Darstellung derselben Systeme kommen.

Zu dem Zwecke, für sämmtliche Fälle die Lagerung der Symmetrieelemente erschöpfend darzustellen, müssen wir folgende, längst bewiesene Sätze berücksichtigen:[2])

1. Satz. Existirt eine p-zählige Symmetrieaxe 0 und eine Deckschiebung l, so existirt auch eine resultirende zu 0 parallele p-zählige Axe $0'$ von solcher Lage, dass sie gleichen Abstand hat von der Axe 0 in der primitiven Lage und in der anderen Lage 1, welche letztere nach der erfolgten Schiebung erhält; dabei bilden die durch die Axe $0'$ und die die Axen 0 und 1 gehenden Ebenen einen inneren Winkel $2\frac{\pi}{p}$.

---

[1]) Diese Aufgabe wurde in dem II. Theile des S. L. IV behandelt. Da dieser Theil der Zeit nach der Arbeit S. L. III folgte, wo die regelmässigen Punktsysteme im Raume vollständig ausgeführt und durch algebraische Gleichungen ausgedrückt wurden, so liess sich diese Aufgabe ausserordentlich einfach dadurch auflösen, dass in diesen Gleichungen die erste Coordinatengrösse gleich Null gesetzt wurde.

Da aber diese Frage schon früher durch zwei Autoren behandelt wurde, so wurden die Resultate vergleichungsweise in folgender Tabelle dargestellt. Diese Autoren sind C. Jordan („Memoires sur les groupes de mouvements" in Brioschi e Cremona Annali di matematica. Ser. II T. II und L. Sohncke („Die regelmässigen ebenen Punktsysteme von unbegrenzter Ausdehnung." Borchardt, Journ. für die reine und ang. Mathematik Bd. 77.)

Ebene Punktsysteme	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C. Jordan (1869)	2	27	28	32	86	87	53	115	60	129	—	46	107	30	90	88	123
L. Sohncke (1879)	nicht angezeigt	XI	—	—	X	VI	IV	VII	III	IX	II	I	VIII	—	XIII	XII	V

[2]) Die betreffenden Sätze (in der Anzahl 8), sind in S. L. III enthalten. Hier wurde die analytische Methode angewandt. Später wurde dieselbe durch die einfachere Methode der Construction ersetzt (Cursus der Krystallographie 1897, §§ 2 und 3).

Zusatz. Speciell für die zweizählige Symmetrieaxe haben wir den Fall, dass die resultirende Axe $0'$ in der Mitte zwischen 0 und 1 steht, also in der Translationsrichtung um eine Hälfte der Decktranslationsstrecke, also $\frac{l}{2}$, von derselben entfernt ist.

2. Satz. Existirt eine Symmetrieebene und eine zu ihr senkrechte Deckschiebung λ, so existirt auch eine resultirende parallele Symmetrieebene, die von derselben den Abstand $\frac{\lambda}{2}$ hat. Ist die Deckschiebung nicht die senkrechte, so existirt in der Mitte zwischen zweien nächsten Symmetrieebenen eine resultirende Gleitebene; die Richtung und die Grösse der ihr zugehörenden Deckschiebung sind die Richtung der Trace dieser Ebene und resp. die Hälfte der Deckschiebung der Translation in dieser Richtung.

Auf Grund dieser beiden Sätze sind sämmtliche den aufgefundenen Systemen entsprechende Punktsysteme bestimmt und durch die Nummer angezeigt. Man sieht, dass aus der Anzahl 17 der früher dargestellten Punktsysteme jetzt 13 derselben reproducirt worden sind, als diejenigen, welche den Systemen I. Ordnung zu Grunde liegen.

14. Wir haben sämmtliche Systeme I. Ordnung aus zwei Grundsystemen 8 II und 13 III dadurch abgeleitet, dass wir die ihnen zukommenden Symmetriearten durch die untergeordneten ersetzt hatten. Dabei verschwinden einige Symmetrieelemente; die Form der Einheiten und die Lage der Reihen und Colonnen wird aber dadurch nicht berührt.

Nun ist zu berücksichtigen, dass es schon längst bewiesen worden, dass die Systeme, je nach ihrer Syngonie, durch homogene Deformationen transformirt werden können, ohne die denselben innewohnende Eigenschaft der regulären Plantheilungen zu verlieren.[1])

---

[1]) Dieser Frage über die homogenen Deformationen und der Aufstellung der Sätze über die homogenen Transformationen des Parallelogonsystems wurde in den Arbeiten des Verfassers viele Beachtung geschenkt. Zuerst in E. G. L. wurden denselben die §§ 61, 62 und 63 gewidmet, und die Sache auf einfachste Weise in constructionellem Wege behandelt. Die allgemeinsten hier bewiesenen Sätze sind die folgenden: Ein Parallelogon, welches einer beliebigen Gesammtheit von Dilatationen und Verschiebungen unterworfen worden ist, bleibt als ein solches bestehen (§ 62). Jedes gegebene Parallelogramm kann durch Dilatationen und Verschiebungen in jedes andere verwandelt werden (Satz 15). Bei dieser Gelegenheit liess sich ein neuer Flächensatz aufstellen: Die Flächengrösse eines Parallelogramms ist gleich dem Producte der Länge des von zwei parallelen Seiten des Parallelogramms abgeschnittenen Theiles einer beliebigen Geraden durch die Projectionsgrösse einer zu einem anderen Paar gehörenden Seite auf die zu der Geraden senkrechte Richtung.

Später wurde dieselbe Frage in A. K. S. I und III ausführlich auf analytischem Wege behandelt, und zwar als eine Frage der Projectivitätslehre. Der Grund der analytischen Behandlung entfliesst aus dem der Arbeit vorgestellten Zwecke — das einfachste System der krystallographischen Berechnungen auszuarbeiten. Obgleich dem vorgestellten Zwecke gemäss die Aufgabe scheinbar die des dreimensionalen Raumes war, reducirt sich aber in der That dieselbe auf eine zweidimensionale und zwar in Folge davon, dass die der Berechnung unterliegenden Raumgebilde eigentlich Ebenen- resp. Geradenbüschel darstellen, so dass dieselben mittelst Linearprojection sich eindeutig als zweidimensionale Gebilde bestimmen lassen. In Folge dessen wurde gerade die Aufgabe der allgemeinsten Projectivität auf der Ebene mit ganz besonderer Ausführlichkeit behandelt.

Der Zweck war in vollkommenster Weise dadurch erreicht, dass man sich zwei Krystallflächencomplexe vorgestellt hatte, einen allgemeiner Art, und den anderen der kubischen Syngonie gehörig, für welchen die einfachsten Berechnungsformeln giltig sind. Der eine Complex wurde durch Linear- und der andere durch gnomonische Projection (also die Linearprojection des polaren Geradenbüschels) dargestellt, und dann die allgemeinsten (linearen) Gleichungen der eindeutigen Projectivität zwischen

Es ist nämlich der Beweis dafür erbracht worden, dass solche Systeme zweierlei Art von Deformationen unterzogen werden können: a) Dilatationen und b) Verschiebungen. Die Deformationen beider Art führen uns aber zu Systemen, deren einzelne Figuren in Bezug auf die Figuren der Grundsysteme wie unter einander überhaupt in derjenigen Beziehung stehen, welche von Möbius als Affinität bezeichnet wurde.

Die Möglichkeit solcher Deformationen ist, wie erwähnt, durch die Syngonieart bedingt und zwar kann durch folgende Sätze ausgedrückt werden:

1. Satz. In jeder singulären Richtung kann positive oder negative Dilatation hervorgebracht werden.

Werden z. B. in einem Quadrat die Diagonalen desselben die singulären Richtungen (also im Falle der rhombischen Syngonie), so kann dasselbe in einen beliebigen Rhombus verwandelt werden, ohne die Grundeigenschaft, reguläre Plantheilung zu sein, zu verlieren. Sind die Richtungen seiner Seiten singuläre, so verwandelt es sich daher in ein beliebiges Rechteck.

2. Satz. Sind alle Richtungen singulär (also der Fall der monoklinen Syngonie), so kann jede derselben als eine Axe der Verschiebung angenommen werden.

Dadurch kann z. B. ein Quadrat in ein Parallelogramm verwandelt werden mit beliebigen inneren Winkeln ebenso wie mit beliebiger Relation seiner Seiten. Auf Grund dieses Satzes verliert es dabei keineswegs die ihm zukommende Grundeigenschaft, eine reguläre Plantheilung zu bilden.

3. Satz. Giebt es keine singuläre Richtungen, so sind Deformationen unmöglich.

Durch diese Sätze erwirbt die oben ausgeführte Ableitung der regulären Plantheilungen I. Ordnung die erwünschte Allgemeinheit.

15. Jetzt gehen wir einen Schritt weiter und unterziehen unserer Untersuchung die Frage, ob Systeme möglich sind, in welchen die Einheiten verschiedenartig orientirt sind? Ist dies der Fall, so stellt sich die weitere Aufgabe bevor, solche Systeme erschöpfend darzustellen.

Für solche Systeme, falls sie überhaupt vorhanden sind, kann die Deckoperation als aus den zwei folgenden zusammengesetzt aufgefasst werden: 1. eine Drehung um eine zur Ebene senkrechte (verticale) Axe und um einen bestimmten Winkel α, und 2. eine einfache Translation.

Dazu kann noch eine Spiegelung in einer verticalen Symmetrieebene kommen.

---

diesen als einem Geraden- und einem Punktsystem auf der Ebene aufgestellt. Daraus liessen sich auf die einfachste Weise die Formeln zur Berechnung der Krystalle für alle Fälle aufstellen; dadurch wurde das System der krystallographischen Berechnung entwickelt, welches durch die Einfachheit der für die Ausführung der Berechnung nöthigen Operationen alle bisher vorgeschlagenen Systeme weit hinter sich liess. Dieses System der Berechnungen wurde mit bestem Erfolge sogar bei elementaren Vorträgen der Krystallographie im Berginstitut in St. Petersburg angewendet und in dem elementaren „Cursus der Krystallographie“ (Cap. XI) eingeführt.

Als Nebenresultat dieser ausführlichen Behandlung sei erwähnt, dass in den Fällen, in welchen die Projectivitätscurve (eines Punktsystems und eines Geradensystems auf der Ebene) eine Ellipse (reelle oder imaginäre) oder eine Hyperbel ist, sich die beiden correlativen Systeme in polarer Lage (im Sinne Schröter's) aufstellen lassen. In dem Falle der Parabel scheitert aber die Richtigkeit dieses Satzes, und die beiden correlativen Systeme (mit Ausnahme eines ganz speciellen Falles) lassen sich nicht in polare Lage bringen.

Betrachten wir zuerst den Fall ohne hinzukommende Spiegelung.

Dem bekannten elementaren Satze der Kinematik zufolge kann eine Combination von einer Drehung und einer (senkrechten) Translation als eine einzige Drehung aufgefasst werden, wobei die resultirende Drehaxe eine bestimmte Lage erhält. Somit kann das ganze System als um diese Axe gedreht gedacht werden, und kommt dabei wieder zur Deckung mit seiner primitiven Lage. Ist aber die Coincidenz erfolgt, so kann dieselbe Drehung d. h. die Drehung um dieselbe Axe und um denselben Winkel α unbestimmte Male wiederholt werden mit demselben Resultate.

Daraus ist zu schliessen, dass der Drehungswinkel durch den Ausdruck $\frac{2\pi}{p}$ bestimmt werden kann, wo p eine ganze Zahl ist; der Definition gemäss ist also diese Drehaxe nichts anderes als die Symmetrieaxe. Dadurch kommen wir zum Schlusse, dass die allgemeinste congruente Deckoperation eines ebenen Systems eine Drehung um eine Symmetrieaxe ist.

Der elementare Drehungswinkel α kann nicht unendlich klein sein, da wir sonst für eine endliche Deckbewegung die resultirende Drehaxe unendlich weit entfernt gefunden hätten, und dann wäre diese Deckbewegung einfach als Decktranslation zu deuten.

Es sind aber zwei wesentlich verschiedene Fälle zu unterscheiden: entweder a) fällt die resultirende Symmetrieaxe in das Innere einer Einheit, oder b) sie fällt in einen Punkt der Peripherie derselben Einheit.

Im ersten Falle ist die Einheit selbst eine symmetrische, und die Symmetrieaxe werden wir als eine explicite bezeichnen. In dem zweiten Falle ist dieselbe als ein Element der Symmetrie des Verbandes (einfacher Verbandssymmetrie) aufzufassen.

16. Wenn zu diesen Operationen noch die Spiegelung hinzukommt, so ist nur der folgende Satz zu berücksichtigen:[1] Das aus einer p-zähligen Symmetrieaxe und einer durch dieselbe hindurchgehenden Symmetrieebene resultirende Symmetrieelement ist die Symmetrieebene, welche mit der gegebenen einen inneren Winkel $\frac{2\pi}{2p} = \frac{\pi}{p}$ bildet.

Auf Grund dieses Satzes können wir schliessen, dass, wenn eine Spiegelung als Deckoperation auftritt, allein die Lage der resultirenden Symmetrieebene in Betracht zu ziehen und auf den Satz 2 § 13 Rücksicht zu nehmen ist.

Auch jetzt kann die Symmetrieebene explicit auftreten, und dann ist die Einheit selbst symmetrisch, oder dieselbe wird als solche oder als Gleitebene zum Element der Verbandssymmetrie.

17. Da die Anzahl der möglichen Orientirungen der Einheiten eine endliche ist, so müssen unter denselben auch gleichorientirte vorkommen.

Nehmen wir eine solche, z. B. die nächstliegende in Betracht, so finden wir, dass dadurch schon eine unendliche congruente Reihe bestimmt wird mit bestimmter Richtung

---

[1]) Da in den hier in Betracht kommenden Systemen die Einheiten nicht gleich orientirt sind, sind dieselben keine Parallelogone im strengen Sinne des Wortes. Als solche können nur deren zusammenhängende Gruppen betrachtet werden, in welchen jede Einheit von besonderer Orientirung vertreten ist. Solche durch Verbands-Symmetrieelemente die Parallelogone bestimmenden Figuren pflegt man Planigone zu bezeichnen. Ein hierzu gehörendes Planigon entspricht dieser Form nach dem einfachen Parallelogon der Systeme I. Ordnung.

und Strecke, und dann folgt von selbst, dass die Gesammtheit gleich orientirter Einheiten ein Netz bildet; also können wir die für die Systeme I. Ordnung gefassten Schlüsse darauf anwenden und finden, dass solche Systeme nur mit denselben zehn Symmetriearten verträglich sind, welche sich ihrerseits in vier Syngoniearten gruppiren.

Wenn die gegebene Einheit nicht von vornherein ein Parallelogon (primäres oder secundäres) ist, so können wir wenigstens eine Anzahl derselben zu einem solchen sich gruppiren lassen. Die Frage besteht eigentlich darin, ob in dem Innern der Einheit ein Punkt vorhanden ist, dessen analoge Punkte in ihrer Gesammtheit ein ebenes Netz bilden. Solche Punkte werden Hauptpunkte genannt.

Ist ein solcher Punkt vorhanden, so wollen wir denselben für das Centrum eines primären Parallelogons annehmen, welches explicit mit allen Arten der Symmetrieelemente versehen ist, die überhaupt in dem System auftreten. Dann werden alle Deckbewegungen der gegebenen Einheit mit den anliegenden zu einfachen Decktranslationen, und das System selbst zu solchem I. Ordnung. Bei dieser Transformation der Einheit wird in der Deckoperation nichts geändert; die transformirte Einheit bleibt mit der gegebenen gleichflächig und ist also die gegebene ein secundäres Parallelogon.

Giebt es keinen solchen Punkt in dem Inneren der Einheit, so muss nothwendiger Weise ein solcher an der Peripherie derselben vorhanden sein. Dies lässt sich einfach dadurch beweisen, dass die Fusspunkte sämmtlicher Symmetrieaxen nothwendig ein ebenes Netz bilden.

Es ist also nur der Fall zu besprechen, in welchem keine Symmetrieaxen vorhanden sind. Dann fehlen die Symmetrieelemente überhaupt (das System ist nothwendiger Weise I. Ordnung) oder es treten ausschliesslich parallele Symmetrie- resp. Gleitebenen auf.

Aber auch dieser Fall ist augenscheinlich kein Ausnahmefall, da auch jetzt Hauptpunkte vorhanden sind, und zwar ist ein jeder Punkt, welcher in der Symmetrie- resp. in der Gleitebene oder in der Mittellinie zwischen zwei nächsten Tracen solcher Ebenen liegt, ein Hauptpunkt.

18. Das Resultat aller dieser Betrachtungen ist, dass man zu einer erschöpfenden Darstellung aller typischen Systeme kommt, wenn man alle Symmetriearten eine nach der anderen berücksichtigt, und für jede derselben zum Ausgangspunkt die dazu gehörenden Typen der Parallelogone I. Ordnung auswählt, aber denselben eine geringere explicite Symmetrie zuerkennt, und zwar alle diejenigen Symmetriearten, welche der gegebenen untergeordnet sind, und die frei bleibenden Symmetrieelemente als Elemente der Verbandssymmetrie auffasst.

Die Symmetriegrösse wird dann aus zwei Factoren zusammengesetzt: der Symmetriegrösse der expliciten und derjenigen der Verbandssymmetrie, und deren Product stellt also die Symmetriegrösse des ganzen Systems dar.

Die Symmetriegrösse der Verbandssymmetrie ist dann der Anzahl der Orientirungen der Einheiten des Systems gleich. Im besonderen Falle der asymmetrischen Einheiten ist somit diese Anzahl die Symmetriegrösse des ganzen Systems.

19. Jedes System der Planeinheiten kann seiner Definition gemäss durch das Parallelogon und dessen Orientirungen in den anliegenden Einheiten eindeutig und streng bestimmt werden. Ist das Parallelogon asymmetrisch, so kann die Orientirung der anliegenden Einheiten durch eine einzige Operation bestimmt werden, und zwar entweder a) durch ein-

fache Translation oder b) durch ein Element der Verbandssymmetrie. Die letzte Operation kann durch eine einzige charakteristische Zahl angegeben werden, und zwar auf derjenigen Grenzlinie, in Bezug auf welche die anliegende Raumeinheit die angezeigte Orientirung besitzt. Die Angabe der einfachen Translation kann einfach durch die Abwesenheit einer solchen charakteristischen Zahl angezeigt werden.

Sind die Einheiten symmetrisch und ist ihre explicite Symmetriegrösse s, so kann dieselbe, wie auch sämmtliche andere Einheiten des Systems, als solche angesehen werden, welche zugleich s verschiedene Orientirungen besitzen. Somit sind auch die charakteristischen Zahlen für jede Grenzlinie in der Anzahl s vorhanden. Für die Translation bleibt natürlich die Abwesenheit dieser Zahlen bestehen.

Die Systeme wollen wir in solche von verschiedenen Ordnungen gruppiren, je nach der Anzahl der verschiedenen Orientirungen der Einheiten, also nach der Symmetriegrösse der Verbandssymmetrie, d. h. die Anzahl der Orientirungen und zugleich die Ordnung des Systems durch die Division der Symmetriegrösse des ganzen Systems durch diejenige der expliciten Symmetrie erhalten.

20. Bei der erschöpfenden Darstellung der Systeme II. und höherer Ordnung wollen wir der Ordnungsreihe folgen und dabei zuerst die Diparallelogon- und dann die Triparallelogonsysteme aufsuchen.

Jedes Mal beginnen wir mit der vollständigen Darstellung der A b l e i t u n g s f o r m e n der Systeme d. h. den Formen der für jeden Fall möglichen Vertheilungen der gleich orientirten Einheiten des Systems. Diese Darstellung wird erschöpft, wenn man in der Reihe der absoluten Entfernung verschiedene Einheiten als die nächstliegenden gleich orientirten ansieht.

Jede solche Annahme giebt uns sofort eine bestimmte Reihe mit der ihr zugeordneten Richtung und Strecke. Ist diese Richtung keine singuläre, so erhalten wir sofort wenigstens zwei gleiche Reihen in verschiedenen Richtungen, und das Netz der gleich orientirten Raumeinheiten, also auch die Ableitungsform, ist bestimmt.

Ist diese Richtung singulär, so führt diese Annahme nur zur Bestimmung einer einzigen Reihe, und dann steht noch bevor, eine andere Annahme beizufügen. Die Anzahl der zulässigen Annahmen, folglich auch die Anzahl der zulässigen Ableitungsformen, wird in diesem Falle grösser.

Daraus ist zu schliessen: a) dass die A u f s u c h u n g d e r A b l e i t u n g s f o r m e n e i n e F r a g e d e r S y n g o n i e u n d n i c h t d e r S y m m e t r i e i s t, und b) dass die A b l e i t u n g s f o r m e n d e r h ö h e r e n S y n g o n i e a r t e n f ü r j e d e n P a r a l l e l o g o n t y p u s u n d j e d e g e g e b e n e O r d n u n g s z a h l d e s S y s t e m s u n t e r d e n j e n i g e n d e r n i e d e r e n S y n g o n i e a r t e n s t e h e n.

Also die Ableitungsformen der rhombischen Syngonie sind in denen der monoklinen, und die Ableitungsformen der tetragonalen und hexagonalen Syngonie in denen der rhombischen Syngonie enthalten.

21. Ist eine Ableitungsform ermittelt worden, so werden dadurch bestimmte Relationen in der Orientirung verschiedener Einheiten bedingt. Dabei sind aber auch individuelle Eigenschaften der aufzutretenden Symmetrieelemente in Betracht zu ziehen. Diese Eigenschaften lassen sich auf Grund der Sätze § 13 entwickeln.

Auf dem Satze 1 fussend, können wir in Bezug auf die sechszählige Symmetrieaxe schliessen, dass dieselbe keineswegs als ein Element der Verbandssymmetrie auftreten kann.

Demselben Satze zu Folge ist dies aber keineswegs für vier-, drei- und zweizählige Axen der Fall, indem die erste in den Eckpunkt des Quadrates, die zweite in den Eckpunkt des regulären Sechsecks, und die dritte in den Mittelpunkt jeder Grenzlinie überhaupt fallen kann.

Das Vorhandensein jeder dieser Axen als Elemente der Verbandssymmetrie giebt uns die Orientirung zweier anliegenden (für vier- und dreizählige Axen) oder nur einer einzigen anliegenden Einheit (für zweizählige Axe) an, und keineswegs die Orientirung derjenigen, welche durch parallele und entgegengesetzte Grenzlinien von der gegebenen Einheit abgetrennt sind. Sämmtliche durch eine einzige Axe angegebenen Orientirungen sind dabei verschieden.

Solche Elemente der Verbandssymmetrie wollen wir speciell als peripherische bezeichnen.

Dann lautet der Schluss dieser Betrachtungen:

Vier-, drei- und zweizählige Symmetrieaxen, welche als Elemente der Verbandssymmetrie auftreten, sind peripherische.

22. Sind für eine Symmetrieebene charakteristische Zahlen angegeben, so haben dieselben verschiedene Bedeutung, je nach der relativen Lage des entsprechenden Symmetrieelementes.

Beziehen sich diese Zahlen auf Grenzgeraden, welche zu den Tracen der betreffenden Symmetrieebene parallel sind, so drücken sie die Symmetrieebene selbst als ein peripherisches Symmetrieelement aus. Dies kann aber nur für Diparallelogonsysteme der Fall sein, da die peripherisch liegende Symmetrieebene der Triparallelogone zugleich die explicite ist.

Beziehen sich diese Zahlen auf Grenzgeraden, welche zu den Tracen der betreffenden Symmetrieebene senkrecht stehen, so drücken sie die Gleitebene als ein centrales Element der Verbandssymmetrie aus. Dazu gehört eine Colonne II. Ordnung.

Beziehen sich endlich diese Zahlen auf die Tracen der Symmetrieebenen schief stehender Grenzgeraden, so drücken sie die Gleitebene als ein schief schneidendes Element der Verbandssymmetrie aus.

23. Jetzt können wir die Aufgabe der Aufsuchung der Systeme höherer Ordnung behandeln.

Ist die gegebene Einheit mit einer anliegenden durch Translation verbunden, so entsteht dadurch eine Colonne I. Ordnung; und das ganze System stellt dann eine Reihe paralleler anliegender Colonnen I. Ordnung dar, deren Einheiten aber verschiedene Orientirung besitzen. Die Richtungen solcher Colonnen können aber nur singuläre sein. Solche Colonnensysteme sind also nur bei monokliner und rhombischer Syngonie möglich.

Dabei können die gleich orientirten Einheiten einer Colonne mit der gegebenen durch peripherische oder durch schneidende Elemente der Verbandssymmetrie verbunden sein. Ist dabei ein centrales Element der Verbandssymmetrie vorhanden, so kann das System nur II. Ordnung sein. Dasselbe ist der Fall überhaupt, wenn die durch die gegebene Einheit abgetrennten Einheiten einer Colonne gleich orientirt sind.

Wir wollen die Systeme dieser Art durch Beigabe des Buchstaben *c* besonders anmerken.

24. Zwei Colonnen I. Ordnung aber verschiedener Richtung bedingen das ganze System I. Ordnung.

Es bleibt uns also den Fall zu besprechen, in welchem keine anliegende Einheit mit der gegebenen durch Translation verbunden ist.

Nun unterscheiden wir folgende wichtigste Unterfälle:

a) Die entgegengesetzten parallelen Grenzlinien sind immer durch dieselben charakteristischen Zahlen besetzt. In den Systemen dieses Typus sind sämmtliche Colonnen solche II. Ordnung.

Als peripherische Symmetrieelemente können zwei- und vierzählige Symmetrieaxen auftreten; für die letzteren werden alle vier Grenzlinien besetzt und das System eindeutig bestimmt.

Die dreizählige Symmetrieaxe kann aber als peripherische nicht auftreten, da für diese Systeme das Vorhandensein einer solchen Axe schon genügend zur Bestimmung des Systems wäre, welches dabei III. Ordnung sein müsste, während solche Systeme nur II. oder mehrfacher Ordnung sein können.

Als centrale können hier Gleitebenen auftreten. Tritt aber eine Gleitebene schneidend dazu, so lässt sich dadurch ein einziges System bestimmen.

Die Wichtigkeit der Abgliederung der Systeme dieser Art besteht darin, dass denselben eine einfachere Bestimmung durch charakteristische Zahlen zukommt, indem man nur zwei Zahlen aufstellt und von den den entgegengesetzten Grenzlinien angehörenden Zahlen absieht.

Diese Systeme wollen wir als p h a n e r o t o p i s c h e bezeichnen, in Anbetracht dessen, dass für dieselben durch die charakteristischen Zahlen sämmtliche Colonnen ausdrücklich bestimmt werden, und dabei keine centralen Symmetrieelemente in versteckter Form auftreten.

25. In dem Unterfalle b) sind die beiden charakteristischen Zahlen einer Colonne für die durch gegebene abgetrennte Einheiten nicht sämmtlich dieselben. Nehmen wir eine Colonne heraus, so finden wir, dass die gegebene Einheit mit den anliegenden und nur mit diesen ausdrücklich durch ein gewisses Element der Verbandssymmetrie verbunden ist; für die folgenden Einheiten ist das entsprechende Element in v e r s t e c k t e r Form enthalten und ist erst auf Grund der speciellen Sätze zu ermitteln. In Folge dessen wollen wir die Systeme dieser Art als k r y p t o t o p i s c h e bezeichnen.

Hierzu gehören auch die Colonnensysteme von höherer als II. Ordnung; ferner die Systeme mit peripherischen dreizähligen Symmetrieaxen.

In diesen Systemen können auch centrale Gleitebenen in versteckter Form auftreten, und zwar dann, wenn unter zwei entgegengesetzten charakteristischen Zahlen eine die zweizählige Symmetrieaxe und die andere die Symmetrieebene ausdrückt.

Speciell für solche Systeme ist der folgende Satz giltig:

Ist in einer Colonne die gegebene Einheit mit der nicht anliegenden durch eine centrale Gleitebene singulärer Richtung kryptotopisch verbunden, so ist die zu ihr senkrechte Colonne höchstens II. Ordnung; ist eine solche

Colonne überhaupt nicht vorhanden, so sind die zu der gegebenen Colonne senkrechten Reihen I. Ordnung.

Es sei die in der Fig. 3 punktirt angegebene centrale kryptotopische Gleitebene *a b c* vorhanden; da dieselbe singulär vorausgesetzt wird, so sind ebensolche centrale Gleitebenen in sämmtlichen Einheiten des Systems vorhanden. Es sei *d* eine der gegebenen Einheit *a* anliegende Einheit. Nach der erfolgten Gleitung an der Ebene *a b c* wird *d* in die Lage *e* kommen, wobei *e* die der *c* anliegende Einheit ist. Unterwerfen wir die Einheit *e* der Gleitung in der entgegengesetzten Richtung, indem wir dabei für die Gleitebene die Centrale in Bezug auf sie selbst annehmen, so kommt dieselbe in die Lage *f*, wird also zugleich zur anliegenden in Bezug auf *a*, gehört derselben Colonne *d a f* wie *d* an, ist aber mit *d* gleich orientirt. Folglich ist die Colonne *d a f* II. Ordnung.

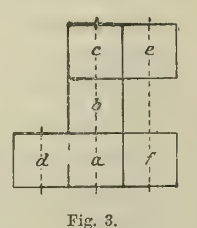


Fig. 3.

Falls aber die Einheiten *d* und *f* nicht einer und derselben zu *a b c* senkrechten Colonne angehören, so bedingen sie doch die zu *a b c* senkrechte Reihe I. Ordnung.

Die Zugehörigkeit zu kryptotopischen Systemen wird durch die Beigabe zweier charakteristischer Zahlen erwiesen.

26. In dem eben besprochenen Falle der kryptotopischen Colonne *a b c* können die zu *d* oder *f* zugehörenden charakteristischen Zahlen keineswegs mit einer der beiden der Colonne *a b c* zugehörenden Zahlen identisch sein, da, auf diese Annahme fussend, wir zwei Reihen I. Ordnung erhalten hätten, etwa die Reihen *bd* und *bf*, und dann wäre die Colonne *a b c* II. Ordnung gewesen. Sie können aber mit der der Einheit *c* entsprechenden Zahl identisch sein.

In diesem besonderen Falle kann die Einheit selbst kein Symmetrieelement explicit enthalten. Auch die Auswahl der Elemente der Verbandssymmetrie für *d* und *f* ist in hohem Grade beschränkt.

27. Wenn die Einheit die explicite Symmetrie enthält, so sind zwei verschiedene Fälle zu unterscheiden.

Entweder a) ist diese Symmetrie der Verbandssymmetrie untergeordnet. Dies ist z. B. der Fall, wenn die Einheit zweizählige Symmetrieaxen besitzt, und dabei unter den Elementen der Verbandssymmetrie vierzählige Symmetrieaxen vorkommen.

Ist dies der Fall, so wird die Ordnung um so viele Male im Vergleiche mit den analogen, deren Einheiten asymmetrisch sind, niedriger, als die Zahl der expliciten Symmetriegrösse beträgt.

Oder b) sind die Elemente der expliciten Symmetrie von denjenigen der Verbandssymmetrie unabhängig. In diesem Falle bleibt die Ordnung dieselbe. Solche Systeme lassen sich also aus den asymmetrischen durch einfache Einschaltung der betreffenden Symmetrieelemente ableiten.

Es ist aber stets bei dieser Einschaltung zu berücksichtigen, ob die Lagerung der Elemente der Verbandssymmetrie solche Einschaltung zulässt.

28. Jetzt verfolgen wir den Gang der Darstellung der in der Tabelle I zusammengestellten Systeme.

Diese Tabelle ist in acht Colonnen getheilt; in der 1. Colonne ist die Ableitungsform, in der 2. die Symmetrieart durch Nummern ausgedrückt, in der 3. die Symmetriegrösse des

Systems, in der 6. die charakteristischen Zahlen der expliciten Symmetrie, in der 5. der zu Grunde liegende Typus des Systems I. Ordnung, in der 4. die Nummerirung nach den Symmetriearten, in der 7. die charakteristischen Zahlen, und endlich in der 8. wird die Bezeichnung des gefundenen Systems durch ein besonderes Symbol angegeben, dessen I. Theil das entsprechende Punktsystem und der II. Theil die explicite Symmetrie der Einheit ausdrückt. Wenn für die gegebene Symmetrieart verschiedene Typen der Parallelogone I. Ordnung untergeordnet sind, so wird der Bezeichnung des bezüglichen Parallelogons durch die untere Zahl noch die Bezeichnung des entsprechenden Typus zugefügt. Die Bezeichnungen für Colonnensysteme und kryptotopische Systeme sind schon oben erwähnt.

Die Bedeutung der Buchstaben der I. Colonne wird für die entsprechenden Parallelogone durch die Figuren 4 und 5 erläutert. Dann findet man sogleich auf Grund der Zahlen der 7. Colonne die Lage der Elemente der Verbandssymmetrie.

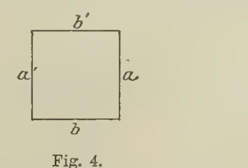


Fig. 4.

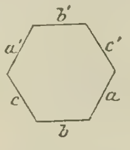


Fig. 5.

29. Die allein möglichen Ableitungsformen für die Systeme der Diparallelogone II. Ordnung und monokliner Syngonie sind diejenigen, welche durch die Annahmen bedingt worden sind, dass entweder a) eine der Colonnen derselben I. Ordnung ist, oder b) keine derselben I. Ordnung ist. Für die erste Annahme erhalten wir die charakteristischen Zahlen $a\,1$ oder $1\,a$, wobei die Zahl 1 die einfache Translation ausdrückt. Für die zweite erhalten wir die entsprechenden Zahlen $a\,a$.

Dieselben Ableitungsformen bleiben auch für die rhombische Syngonie giltig.

Für die tetragonale Syngonie bleibt allein die Form $a\,a$ giltig.

30. Die Diparallelogonsysteme IV. Ordnung sind nur für die rhombische und tetragonale Syngonie zulässig.

Als allein zulässige Ableitungsformen für rhombische Symmetrie, je nachdem, sind die Colonnen von singulärer Richtung; wenn nicht, erhalten wir die folgenden.

I. Die Richtungen der Colonnen sind singuläre.

1) Als die nächsten gleich orientirten Einheiten werden die Einheiten 0 2 und 2 0 angenommen (Fig. 6). Man erhält das phanerotopische System $a\,b$.

2) Als die nächsten gleich orientirten Einheiten werden die Einheiten 0 4 und 1 0 angenommen (Fig. 7). Man erhält das kryptotopische Colonnensystem $\frac{a}{a'}$; wo $\frac{a}{a'}$ zwei einer

1	a	1	a	1
b	c	b	c	b
1	a	1	a	1
b	c	b	c	b
1	a	1	a	1

Fig. 6.

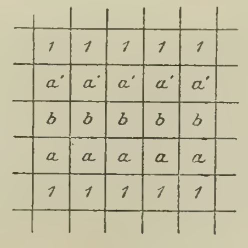


Fig. 7.

Colonne angehörende und zu zwei anliegenden Einheiten bezügliche charakteristische Zahlen sind.

3) Als die nächsten gleich orientirten Einheiten werden die Einheiten 04 und 12 angenommen (Fig. 8). Man erhält das kryptotopische System $\frac{a}{a'}$; b.

Weitere Annahmen sind ausgeschlossen.

II. Die Richtungen der Colonnen sind nicht singuläre.

In diesem Falle sind die diagonalen Richtungen singuläre.

Aus den eben ermittelten Ableitungsformen erscheint zwar die 1. d. h. I1 als die zulässige. In der Wirklichkeit kann dieselbe aber durch kein System vertreten werden, da dazu gehörende Symmetrieelemente fehlen, weil das dazu gehörende Symmetrieelement allein die zweizählige Symmetrieaxe ist und kein anderes.

Die beiden anderen angeführten Ableitungsformen sind unmöglich.

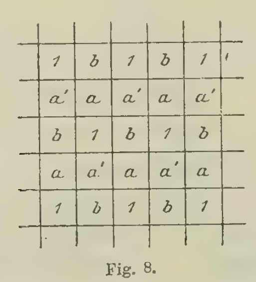


Fig. 8.

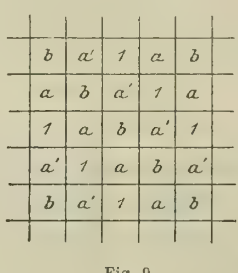


Fig. 9.

Die einzige dazu gehörende Ableitungsform ist die folgende: die nächsten gleich orientirten Einheiten 04 und 13 (Fig. 9). Man erhält das kryptotopische System $\frac{a}{a'}$; $\frac{a}{a'}$.

Für die tetragonale Syngonie bleibt allein die Ableitungsform $a\,b$ zulässig.

31. Die Diparallelogone VIII. Ordnung sind nur für tetragonale Syngonie und zwar für die 6. Symmetrieart möglich. Dabei sind die Einheiten nothwendig asymmetrische.

Da jetzt keine singulären Richtungen da sind, so kann es nur eine einzige Ableitungsform geben, und zwar diejenige, welche der Annahme entspricht, dass die nächste gleich orientirte Einheit 22 ist. Man erhält das kryptotopische System $\frac{a}{a'}$; $\frac{b}{b'}$.

32. Der Ableitungsgang der Systeme II. Ordnung ist so einfach und verständlich, dass schwerlich nähere Hinweise dazu erforderlich sind.

Für monokline Systeme steht ein einziges Element der Verbandssymmetrie zur Verfügung.

Dasselbe gilt für die 3. Symmetrieart.

Für die vierte Symmetrieart sind zwei verschiedene zu Grunde liegende Typen I. Ordnung zu berücksichtigen. Für jeden Typus sind weiter die verschiedenen Arten der expliciten Symmetrie in Betracht zu ziehen, und zwar 2. und 3.

Für die 5. Symmetrieart steht allein die 2. Symmetrieart als untergeordnet zur Verfügung.

Für die 6. Symmetrieart sind die 4. und die 5. als die untergeordneten Symmetriearten zu berücksichtigen.

Was die Systeme IV. Ordnung betrifft, so sind die der 4. und 5. Symmetrieart zugehörenden Einheiten asymmetrisch, und bei der Berücksichtigung der möglichen Combinationen der Elemente der Verbandssymmetrie in erster Linie die leitenden Gesichtspunkte der Lehre von der scheinbaren Symmetrie (§ 11) zu berücksichtigen, damit ein und dasselbe System nicht für verschiedene anzunehmen ist.

Derselbe Zweck kann aber dadurch erreicht werden, dass man sich direct von der Verschiedenheit der durch dasselbe Symbol auszudrückenden Systeme wie 16 ($1\,II_5$) und 16 ($1\,II_5$)′ genaue Rechenschaft giebt. Für diese Systeme ist z. B. die Verschiedenheit ganz augenscheinlich, indem für das erste eine zweizählige Symmetrieaxe und eine centrale Gleitebene, für das zweite zwei centrale Gleitebenen als Elemente der Verbandssymmetrie auftreten.

Was endlich die Systeme VIII. Ordnung betrifft, so ist das Vorhandensein der untrennbaren charakteristischen Zahlen 3 7 ganz augenscheinlich, und umgekehrt sind die charakteristischen Zahlen 4 und 8 ausgeschlossen, da deren Anwesenheit die Gleichheit einiger Zahlen als nothwendige Folge gehabt haben würde, was auf Grund der Ableitungsform unzulässig ist. Somit lässt sich ein einziges hierzu gehörendes System ableiten.

33. Für Triparallelogonsysteme II. Ordnung liegt nun eine einzige Ableitungsform zu Grunde, da jetzt die Formen $a;1$ und $a;a$ nicht mehr verschieden sind. Diese Systeme sind die Colonnensysteme. Solche Systeme sind aber für hexagonale Syngonie unmöglich (§ 23). Was aber die Systeme der monoklinen und rhombischen Syngonie betrifft, so stehen dieselben den Systemen der Diparallelogone, und speciell die der rhombischen Syngonie jenen der Typen 4 II und 6 II so nahe, dass die hierzu gehörende Ableitung fast als reine Wiederholung desselben aufzufassen wäre.

Ganz besondere Verhältnisse treffen wir aber für die Systeme der hexagonalen Syngonie, für welche allein die Systeme III. Ordnung möglich sind mit alleiniger Ableitungsform $\frac{a}{a'};\frac{a'}{a}$ (Fig. 10).

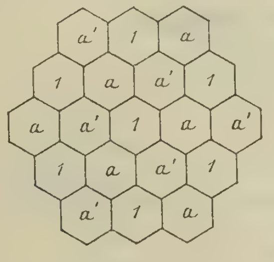


Fig. 10.

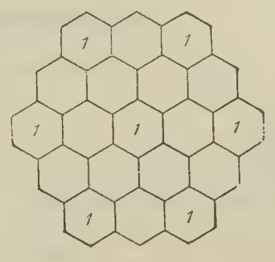


Fig. 11.

Die allein noch zulässige Ableitungsform $a\,b$ (Fig. 11), welcher die phanerotopischen Systeme IV. Ordnung entsprechen würden, wird aber in den wirklichen Systemen weder für rhombische noch für hexagonale Syngonie vertreten, und zwar aus demselben Grunde, wie die Systeme $a\,b$ der Diparallelogone, in welchen die singulären Richtungen die diagonalen sind (§ 30), d. h. dass die dazu nöthigen Symmetrieelemente nicht zur Disposition stehen.

Dadurch ist die aufgestellte Aufgabe dieses I. Theiles in erschöpfender Weise gelöst.

Es sei erlaubt hervorzuheben, dass jetzt auch diejenigen regelmässigen Punktsysteme zu Tage getreten sind (14, 15, 16 und 17), welche in regulären Theilungen I. Ordnung nicht vorkommen.

I. Reguläre Plantheilungen II. und höherer Ordnung.

Diparallelogonsysteme II. Ordnung.

I. Monokline Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$a\,1$	2	2	1	2 II	1	$a = 5$	$2\,(1\,\mathrm{II})^c$
$a\,a$	2	2	2	2 II	1	$a = 5$	$2\,(1\,\mathrm{II})$

II. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$a\,1$	3	2	1	3 II	1	$a = 2$	$3\,(1\,\mathrm{II}_5)^c$
$a\,a$	3	2	2	3 II	1	$a = 2$	$4\,(1\,\mathrm{II}_5)$
$a\,a$	3	2	3	4 II	1	$a = 4$	$14\,(1\,\mathrm{II}_6)$
$a\,1$	4	4	1	5 II	15	$a = 26$	$15\,(2\,\mathrm{II}_5)^c$
$a\,a$	4	4	2	5 II	15	$a = 26$	$6\,(2\,\mathrm{II}_5)$
$a\,1$	4	4	3	5 II	12	$a = 56$	$15\,(3\,\mathrm{II}_5)^c$
$1\,b$	4	4	4	5 II	12	$a = 56$	$5\,(3\,\mathrm{II}_5)^c$
$a\,a$	4	4	5	5 II	12	$a = 56$	$6\,(3\,\mathrm{II}_5)$
$a\,a$	4	4	6	6 II	15	$a = 48$	$16\,(2\,\mathrm{II}_6)$
$a\,a$	4	4	7	6 II	14	$a = 58$	$15\,(4\,\mathrm{II}_6)$

III. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$a\,a$	5	4	1	7 II	15	$a = 37$	$7\,(2\,\mathrm{II})$
$a\,a$	6	8	1	8 II	1357	$a = 2468$	$17\,(7\,\mathrm{II})$
$a\,a$	6	8	2	8 II	1256	$a = 3478$	$17\,(5\,\mathrm{II})$
$a\,a$	6	8	3	8 II	1458	$a = 2367$	$8\,(6\,\mathrm{II})$

Diparallelogonsysteme IV. Ordnung.

II. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
ab	4	4	1	5 II	1	$a = 2;\ b = 5$	$15\,(1\,\mathrm{II}_5)$
ab	4	4	2	5 II	1	$a = 6;\ b = 5$	$16\,(1\,\mathrm{II}_6)$
ab	4	4	3	5 II	1	$a = 2;\ b = 6$	$5\,(1\,\mathrm{II}_5)$
ab	4	4	4	5 II	1	$a = 6;\ b = 2$	$16\,(1\,\mathrm{II}_5)'$
$\frac{a}{a'};\ 1$	4	4	5	5 II	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2}{5}$	$15\,(1\,\mathrm{II}_5)^c_{25}$
$\frac{a}{a'};\ b$	4	4	6	5 II	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2}{5};\ b = 6$	$6\,(1\,\mathrm{II}_5)_{25}$
$\frac{a}{a'};\ \frac{a}{a'}$	4	4	7	6 II	1	$\frac{a}{a'} = \frac{4}{5}$	$16\,(1\,\mathrm{II}_6)_{45}$

III. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
ab	5	4	1	7 II	1	$a = 3;\ b = 7$	$7\,(1\,\mathrm{II})$
ab	6	8	1	8 II	18	$a = 23;\ b = 67$	$8\,(4\,\mathrm{II})$
ab	6	8	2	8 II	14	$a = 36;\ b = 27$	$17\,(4\,\mathrm{II})$

Diparallelogonsysteme VIII. Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}; \frac{b}{b'}$	6	8	1	8 II	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2}{3}; \frac{b}{b'} = \frac{6}{7}$	$17\,(1\ \mathrm{II})_{23}$

Triparallelogonsysteme II. Ordnung.

I. Monokline Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$a\,a$	2	2	1	2 III	1	$a = 7$	$2\,(1\ \mathrm{III})^c$

II. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$a\,1$	3	2	1	4 III	1	$a = 2$	$14\,(1\ \mathrm{III})^c$
$a\,1$	3	2	2	4 III'	1	$a = 8$	$14\,(1\ \mathrm{III})'^c$
$a\,1$	4	4	1	6 III	17	$a = 28$	$16\,(2\ \mathrm{III})^c$
$a\,1$	4	4	2	6 III	12	$a = 78$	$15\,(4\ \mathrm{III}')^c$
$a\,1$	4	4	3	6 III	18	$a = 27$	$15\,(4\ \mathrm{III})^c$

Triparallelogonsysteme III. Ordnung.

IV. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}; \frac{a'}{a}$	7	3	1	9 III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5}{9}$	$9\,(1\ \mathrm{III})_{59}$
$\frac{a}{a'} : \frac{a'}{a}$	8	6	1	11 III	1·12	$\frac{a}{a'} = \frac{45}{89}$	$11\,(4\ \mathrm{III})_{48}$

Triparallelogonsysteme IV. Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbands-Symmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}; 1$	4	4	1	6 III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2}{7}$	$16\,(1\ \mathrm{III})^c_{27}$

II. Die Gleichungen der regelmässigen Punktsysteme in der Ebene.[1])

A. Symmorphe Systeme.

I. Monokline Syngonie.

Nr.	Symmetrieart		
1	1	$z = c + \lambda_0;$	$\nu = d + \lambda_1$
2	2	$z = n^k c + \lambda_0;$	$\nu = n^k d + \lambda_1$

[1]) Wie die Symmetriearten selbst (S. 471 Anm.), so können auch die regelmässigen ebenen Punkt-

II. Rhombische Syngonie.

Nr.	Symmetrieart		
3	3	$z = n^k c + \lambda_0$;	$\nu = d + \lambda_1$
4	3	$z = n^k c + f \frac{\lambda_0}{2}$;	$\nu = d + f \frac{\lambda_1}{2}$
5	4	$z = n^k c + \lambda_0$;	$\nu = n^l d + \lambda_1$
6	4	$z = n^k c + f \frac{\lambda_0}{2}$;	$\nu = n^l d + f \frac{\lambda_1}{2}$

III. Tetragonale Syngonie.

Nr.	Symmetrieart		
7	5	$y_0 = \overset{4}{b_s} + \lambda_0$;	$y_1 = \overset{4}{b}_{s+1} + \lambda_0$
8	6	$y_0 = \overset{4}{b_s} + \lambda_0$;	$y_1 = \overset{4}{b}_{s+n^k} + \lambda_0$

---

systeme ausser geradelinigen Coordinaten noch in Vectoren analytisch ausgedrückt werden, wie man dies aus folgender Zusammenstellung ersieht (S. L. IV S. 42).

Die Gleichungen der regelmässigen ebenen Punktsysteme

in Linearcoordinaten — in Vectoren

A. Symmorphe Systeme.

I. Monokline Syngonie.

Nr.	Symmetrie-art			
1	1	$z = c + \lambda_0$	$\nu = d + \lambda_1$	$V = a + b \cdot i + \lambda_0 + B(\lambda'_0 + \lambda'_1 \cdot i)$
2	2	$z = n^k c + \lambda_0$	$\nu = n^k d + \lambda_1$	$V = n^l (a + bi) + \lambda_0 + B(\lambda'_0 + \lambda'_1 \cdot i)$
		II. Rhombische Syngonie.		
3	3	$z = n^k c + \lambda_0$	$\nu = d + \lambda_1$	$V = a + n^k b \cdot i + \lambda_0 + \lambda_1 \cdot i$
4	3	$z = n^k c + f \frac{\lambda_0}{2}$	$\nu = d + f \frac{\lambda_1}{2}$	$V = a + n^k b \cdot i + f \frac{\lambda_0}{2} + f \cdot \frac{\lambda_1}{2} \cdot i$
5	4	$z = n^k c + \lambda_0$	$\nu = n^l d + \lambda_1$	$V = n^l a + n^k b \cdot i + \lambda_0 + \lambda_1 \cdot i$
6	4	$z = n^k c + f \frac{\lambda_0}{2}$	$\nu = n^l d + f \frac{\lambda_1}{2}$	$V = n^l a + n^k \cdot b \cdot i + f \cdot \frac{\lambda_0}{2} + f \frac{\lambda_1}{2} \cdot i$
		III. Tetragonale Syngonie.		
7	5	$y_0 = \overset{4}{b_s} + \lambda_0$	$y_1 = \overset{4}{b}_{s+1} + \lambda_0$	$V = \sqrt[4]{a + bi} + \lambda_0 + i \lambda_0$
8	6	$y_0 = \overset{4}{b_s} + \lambda_0$	$y_1 = \overset{4}{b}_{s+n^k} + \lambda_0$	$V = \sqrt[4]{a + n^k \cdot bi} + \lambda_0 + i \lambda_0$
		IV. Hexagonale Syngonie.		
9	7	$y_0 = \overset{3}{b_s} + \lambda_0$	$y_1 = \overset{3}{b}_{s+1} + \lambda_0$	$V = \sqrt[3]{a + bi} + \lambda_0 + B(1 + \sqrt{3} \cdot i) \frac{\lambda_0}{2}$
10	8	$y_0 = \overset{3}{b_s} + \lambda_0$	$y_1 = \overset{3}{b}_{s+n^k} + \lambda_0$	$V = \sqrt[3]{a + n^k b \cdot i} + \lambda_0 + B(1 + \frac{\sqrt{3}}{3} \cdot i) \frac{\lambda_0}{2}$
11	9	$y_0 = \overset{3}{b_s} + f \frac{\lambda_0}{3}$	$y_1 = \overset{3}{b}_{s+n^k} + f \frac{\lambda_0}{3}$	$V = \sqrt[3]{a + n^k b \cdot i} + \lambda_0 + B(1 + \sqrt{3} \cdot i) \frac{\lambda_0}{2}$
12	9	$y_0 = \overset{6}{b_s} + \lambda_0$	$y_1 = \overset{6}{b}_{s+1} + \lambda_0$	$V = \sqrt[6]{a + bi} + \lambda_0 + B(1 + \sqrt{3} \cdot i) \frac{\lambda_0}{2}$
13	10	$y_0 = \overset{6}{b_s} + \lambda_0$	$y_1 = \overset{6}{b}_{s+n^k} + \lambda_0$	$V = \sqrt[6]{a + n^k b \cdot i} + \lambda_0 + B(1 + \sqrt{3} \cdot i) \frac{\lambda_0}{2}$

IV. Hexagonale Syngonie.

Nr.	Symmetrieart		
9	7	$y_0 = \overset{3}{b}_s + \lambda_0$;	$y_1 = \overset{3}{b}_{s+1} + \lambda_0$
10	8	$y_0 = \overset{3}{b}_s + \lambda_0$;	$y_1 = \overset{3}{b}_{s+n^k} + \lambda_0$
11	8	$y_0 = \overset{3}{b}_s + f\frac{\lambda_0}{3}$;	$y_1 = \overset{3}{b}_{s+n^k} + f\frac{\lambda_0}{3}$
12	9	$y_0 = \overset{6}{b}_s + \lambda_0$;	$y_1 = \overset{6}{b}_{s+1} + \lambda_0$
13	10	$y_0 = \overset{6}{b}_s + \lambda_0$;	$y_1 = \overset{6}{b}_{s+n^k} + \lambda_0$

B. Asymmorphe Systeme.

II. Rhombische Syngonie.

14	3	$z = n^k c + \lambda_0$;	$\nu = d + k\frac{\lambda_1}{2}$
15	4	$z = n^k c + l\frac{\lambda_0}{2}$;	$\nu = n^l d + \lambda_1$
16	4	$z = n^k c + l\frac{\lambda_0}{2}$;	$\nu = n^l d + k\frac{\lambda_1}{2}$

III. Tetragonale Syngonie.

17	6	$y_0 = \overset{4}{b}_s + (f+k)\frac{\lambda_0}{2}$;	$y_1 = \overset{4}{b}_{s+n^k} + f\frac{\lambda_0}{2}$

III. Zusammenstellung der regelmässigen ebenen Punktsysteme und der ihnen zugeordneten regulären Plantheilungen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
						I. Monokline Syngonie.						
1	1	II	—	—	—	III	—	—	—	1	1	2
2	2	II	$(1\ \text{II})^c$ (1 II)	—	—	III	$(1\ \text{III})^c$	—	—	3	2	5
								zusammen		4	3	7

B. Asymmorphe Systeme.

I. Rhombische Syngonie.

Nr.	Symmetrie-art			
14	3	$z = n^k c + \lambda_0$	$\nu = d + k\frac{\lambda_1}{2}$	$V = a + n^k \cdot b \cdot i + k\frac{\lambda_0}{2} + \lambda_1 \cdot i$
15	4	$z = n^k c + l\frac{\lambda_0}{2}$	$\nu = n^l d + \lambda_1$	$V = n^l a + n^k b \cdot i + l \cdot \frac{\lambda_0}{2} \cdot i + \lambda_1$
16	4	$z = n^k c + l\frac{\lambda_0}{2}$	$\nu = n^l d + k\frac{\lambda_1}{2}$	$V = n^l a + n^k \cdot b \cdot i + k \cdot \frac{\lambda_0}{2} \cdot + l \cdot \frac{\lambda_1}{2} \cdot i$

II. Tetragonale Syngonie.

17	6	$y_0 = \overset{4}{b}_s + (f+k)\frac{\lambda_0}{2}$	$y_1 = \overset{4}{b}_{s+n^k} + f\frac{\lambda_0}{2}$	$V = \sqrt[4]{a + n^k \cdot b \cdot i} + (f+k)\frac{\lambda_0}{2} + f\frac{\lambda_1}{2} \cdot i$

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
				II. Rhombische Syngonie.								
3	3	II	$(1\,II_5)^c$	—	—	—	—	—	—	2	—	2
4	3	II	$(1\,II_5)$	—	—	III III′	—	—	—	2	2	4
14	3	—	$(1\,II_6)$	—	—	—	$(1\,III)^c (1\,III)'^c$	—	—	1	2	3
5	4	II	$(3\,II_5)^c$	$(1\,II_5)$	—	—	—	—	—	3	—	3
6	4	II	$(2\,II_5)\,(3\,II_5)$	$(1\,II_5)_{25}$	—	III	—	—	—	4	1	5
15	4	—	$(2\,II_5)^c\,(3\,II_5)^c\,(4\,II_6)$	$(1\,II_5)\,(1\,II_5)^c_{25}$	—	—	$(4\,III')^c (4\,III)^c$	—	—	5	2	7
16	4	—	$(2\,II_6)$	$(1\,II_5)\,(1\,II_5)'\,(1\,II_6)_{45}$	—	—	$(2\,III)^c$	—	$(1\,III)^c_{27}$	4	2	6
									zusammen	21	9	30
				III. Tetragonale Syngonie.								
7	5	II	$(2\,II)$	$(1\,II)$	—	—	—	—	—	3	—	3
8	6	II	$(6\,II)$	$(4\,II)$	—	—	—	—	—	3	—	3
17	6	—	$(7\,II)\,(5\,II)$	$(4\,II)$	$(1\,II)_{23}$	—	—	—	—	4	—	4
									zusammen	10	—	10
				IV. Hexagonale Syngonie.								
9	7	—	—	—	—	III	—	$(1\,III)_{59}$	—	—	2	2
10	8	—	—	—	—	III	—	—	—	—	1	1
11	8	—	—	—	—	III	—	$(4\,III)_{48}$	—	—	2	2
12	9	—	—	—	—	III	—	—	—	—	1	1
13	10	—	—	—	—	III	—	—	—	—	1	1
zus.		8	16	10	1	10	6	2	1	—	7	7
									Gesammtsumme	35	19	54

Hier bedeuten: Colonne 1: Nr. des regelmässigen Punktsystems; Col. 2: Nr. der Symmetrieart; Col. 3: Diparallelogonsysteme I. Ordnung; Col. 4: II. Ordnung; Col. 5: IV. Ordnung; Col. 6: VIII. Ordnung; Col. 7: Triparallelogonsysteme I. Ordnung; Col. 8: II. Ordnung; Col. 9: III. Ordnung; Col. 10: IV. Ordnung; Col. 11: Anzahl der Diparallelogonsysteme; Col. 12: Anzahl der Triparallelogonsysteme; Col. 13: Gesammtsumme der Diparallelogon- und Triparallelogonsysteme.

II. Theil. **Reguläre Raumtheilung.**

Die uns jetzt bevorstehende Aufgabe ist durch so viele Analogien mit der eben abgeschlossenen verbunden und durch deren Auflösung in solchem Grade erleichtert, dass die hierzu gehörende Untersuchung fast als eine Wiederholung des I. Theiles anzusehen wäre. Natürlich compliciren sich ansehnlich die Theilaufgaben und wird die Anzahl der zu erhaltenen Auflösungen in hohem Umfang grösser.

1. Auch hier sind in erster Linie zwei Hauptarten der regulären Raumtheilung zu unterscheiden: entweder a) sind sämmtliche Raumfiguren parallel orientirt, oder b) ist dies nicht der Fall.

Die Systeme, welche erster Voraussetzung entsprechen, werden auch jetzt als Systeme I. Ordnung bezeichnet, und wir wollen unsere Untersuchung mit der erschöpfenden Aufsuchung dieser Systeme beginnen.

2. Denken wir zwei beliebige Systemfiguren herausgenommen. Sie sind untereinander durch einfache Translation verbunden, welche zugleich die Decktranslation für sämmtliche

andere Raumeinheiten ist. Für diese Translation erhalten wir eine bestimmte Richtung und eine bestimmte Strecke. Die Deckung kann in dieser Richtung und um diese Strecke beliebige Male wiederholt werden, und jedes Mal kommt das ganze System mit sich selbst zur Deckung. Jede einzelne beliebig herausgenommene Raumeinheit zusammen mit der gegebenen bestimmt eine congruente Reihe der Raumfiguren. Nehmen wir aus dem System noch eine dritte Einheit, welche dieser Reihe nicht angehört, so erhalten wir eine andere congruente Reihe in anderer Richtung und mit anderer Deckstrecke. Die beiden Reihen zusammen genommen bestimmen aber ein ebenes Netz. Ziehen wir noch irgend eine dritte Einheit in Betracht, welche diesem Netze nicht angehört, so erhalten wir eine dritte congruente Reihe in neuer Richtung und mit der ihr speciell zukommenden Strecke. Jede Einheit dieser letzten Reihe kann zum Ausgangspunkt für die Construction eines dem eben erwähnten Netze parallelen Netzes dienen, und die Gesammtheit dieser gleichen und parallelen Netze bildet ein Raumgitter (analytisch ausgedrückt: quadratische Form III. Grades).

3. Nehmen wir aber zwei anliegende (also eine Grenzfläche gemeinsam besitzende) Einheiten in Betracht, so erhalten wir eine Reihe besonderer Art, in welcher jede der zwei nächststehenden Einheiten die anliegenden sind. Wir wollen solche Reihen als Colonnen I. Ordnung bezeichnen. Falls aber die Glieder einer Reihe nur einen einzigen Punkt gemein haben, so wollen wir solche als Colonnenreihen bezeichnen.

Somit kann das ganze System als System anliegender gleicher und paralleler Colonnen I. Ordnung aufgefasst werden.

Zwei Colonnen, welche eine Einheit gemeinsam haben (man würde es auch ausdrücken können: welche in dieser Einheit sich schneiden), bestimmen ein besonderes ebenes Netz, und zwar ein solches, in welchem sämmtliche Einheiten mit den nächstliegenden Grenzflächen gemeinsam haben. Wollen wir ein solches Netz als eine Schicht I. Ordnung bezeichnen.

Das ganze System kann als eine Gesammtheit solcher paralleler gleicher und anliegender Schichten aufgefasst werden.

Jeder Schicht ist eine Schichtebene zugeordnet, welche durch zwei den Colonnen dieser Schicht zugeordnete Richtungen bestimmt wird.

Wenn zwei parallele Colonnenreihen eine Grenzfläche gemein haben, so sind sämmtliche Glieder dieser Reihen in Bezug auf die andere anliegend, und dann bildet sich ein besonderes Netz, welches aus lauter parallelen Colonnen besteht, und jede dieser Colonnen besitzt mit den beiden nächsten gemeinschaftliche Grenzlinien. Solche Netze wollen wir als Schichtnetze bezeichnen.

Besondere Anmerkung. Unter Schichtebene dürfen wir keineswegs eine individuelle Ebene verstehen, sondern den Complex paralleler Ebenen. Dieser Begriff ist demjenigen der Richtungen in Bezug auf die Geraden analog.

Leider giebt die Geometrie keinen dafür passenden Ausdruck, wohl aber die theoretische Mechanik in ihrer Behandlung der Kräftepaare. Ein solches Paar, welches eigentlich auf die Schichtebene Bezug hat, kann durch eine dazu senkrechte Gerade bestimmter Richtung (und dabei von bestimmter Länge) dargestellt werden. Ebenso können wir jetzt unter dem Worte Schichtebene eine zur bestimmten Richtung senkrechte Ebene verstehen.

4. Jeder Colonne I. Ordnung ist eine Grenzfläche der Raumeinheit zugeordnet. Da aber jede Einheit durch Translation in der dieser Colonne entsprechenden Richtung um die ihr zukommende Strecke mit den anliegenden zur Deckung kommt, so muss dieselbe nothwendiger Weise in ihrer Begrenzung zwei solche gleiche und parallel gestellte Grenzflächen besitzen, und dabei liegen je zwei zugeordnete Punkte dieser Grenzflächen auf den der erwähnten Richtung parallelen Geraden und besitzen einen und denselben Abstand; dieser Abstand ist der erwähnten Strecke gleich.

Daraus können wir schliessen, dass die Raumeinheiten I. Ordnung durch lauter einander zugeordnete gleiche und parallele Grenzflächenpaare begrenzt werden. Also ist die Anzahl der Grenzflächen einer Raumeinheit eine gerade. In Folge dessen wollen wir solche Raumeinheiten als Paralleloëder bezeichnen.

5. Wie die Grenzflächenpaare jeder gegebenen Colonne zugeordnet sind, so sind die Schnittlinien zweier solcher Flächen, die Kanten, den Schichtebenen zugeordnet, welche durch entsprechende Richtungen bestimmt werden.

Diese Zuordnung führt uns zu dem weiteren Schluss, dass sämmtliche einer Schichtebene zugeordnete Kanten einer Raumeinheit gleicher und paralleler Grenzlinien sind. Auch die Punkte dieser Kanten sind einander zugeordnet, indem jedem gegebenen Punkt einer Kante je ein zugeordneter Punkt in sämmtlichen zugeordneten parallelen Kanten einer Einheit entspricht. Diese Zuordnung wird durch die Richtungen der Colonnen und die ihnen entsprechenden Strecken zum Ausdruck gebracht.

6. Die Gesammtheit der in gleichen und parallelen Kanten sich schneidenden Grenzflächen wollen wir als eine primäre Zone bezeichnen.

Nun können wir sagen, dass, wenn zwei Grenzflächen sich in einer Kante schneiden, durch diese Flächen eine bestimmte primäre Zone der Schichtebene zugeordnet ist, welche ihrerseits durch die den gegebenen Grenzflächen zugeordneten Colonnenrichtungen bestimmt wird.

Jede primäre Zone wird durch die Schichtebene in zugeordneten Punkten geschnitten. Das ganze System wird aber durch diese Ebene in einem Parallelogonsystem I. Ordnung geschnitten.

Die den primären Zonen zugeordneten Schichtebenen wollen wir Hauptebenen des Systems nennen.

Nun können wir sagen, dass die Paralleloëdersysteme durch die Hauptebenen (wenn dieselben durch Punkte der ihnen zugeordneten Kanten hindurchgehen) in Parallelogonsystemen geschnitten werden.

Die primären Zonen der Paralleloëder sind parallelogonale. Sie können also entweder a) diparallelogonal oder b) triparallelogonal sein.[1])

7. Falls aber zwei Grenzflächenpaare vorhanden sind, welche untereinander keine Schnittkanten bilden, so sind dieselben doch zweien Colonnenrichtungen zugeordnet; die Gesammt-

[1]) Die Zonenlehre als ein Abschnitt der Geometrie der Lage wurde ziemlich ausführlich in E. G. L. behandelt, wo derselben ein besonderes Capitel gewidmet wurde (Cap. 12). Dabei wurden aber ausschliesslich durch Grenzebenen bestimmte Polyëder berücksichtigt. Den Hauptgegenstand der Untersuchung bilden daselbst die durch lauter primäre Zonen begrenzten Zonoëder.

heit solcher Grenzflächen, welche wir als eine secundäre Zone bezeichnen wollen, ist also einer Schichtebene zugeordnet.

Nun ist leicht der Beweis zu erbringen, dass nicht sämmtliche Zonen sechsflächig sein können, dass also nothwendig auch vierflächige vorhanden sind.

Denken wir durch einen Punkt, als Centrum einer Sphäre aufgefasst, Gerade in allen Colonnenrichtungen gezogen. Die Schnittpunkte dieser Geraden mit der Sphäre seien als Berührungspunkte der Grenzebenen eines typischen Polyëders angenommen.[1])

Für dasselbe gilt die Relation

$$(f-1)f = 1\cdot 2\cdot p_2 + 2\cdot 3 p_3 + \ldots + (n-1)\,n\,p_n \qquad \text{A)}$$

wo f die Anzahl der (ebenen) Flächenpaare und p_m die Anzahl der $2m$-flächigen primären oder secundären Zonen bezeichnet.

Jetzt denken wir uns ein diesem Polyëderpolar zugeordnetes Zonoëder in der Weise construirt, dass man die zu seinen Flächen senkrechten Geraden als die Zonenaxen annimmt, oder was dasselbe ist, die Flächenpole der ersten als die Pole der Grosskreise auf der Sphäre nimmt, und dann alle Schnittpunkte sämmtlicher so gezogener Grosskreise auf der Sphäre als die Flächenpole eines neuen Polyëders nimmt.

Dieses Zonoëder, d. h. ein von lauter primären Zonen umgürtetes Polyëder, ist mit dem Paarflächner durch folgende Relationen verbunden: a) die Anzahl der primären Zonen des Zonoëders ist der Anzahl der Flächenpaare des Paarflächners gleich, b) die Zähligkeit der Flächen der ersten ist der Zähligkeit der primären und secundären zugeordneten Zonen der letzteren gleich.

Für jedes Zonoëder gilt aber die Relation

$$(p-1)p = 1\cdot 2\cdot f_2 + 2\cdot 3\cdot f_3 + \ldots + (n-1)\,n\,f_n \qquad \text{B)}$$

wo p die Anzahl der primären Zonen, und f_m die Anzahl der $2\,m$-zähligen Flächen bedeutet.

Wären in dem ersteren sämmtliche Zonen 6-flächige gewesen, so würden in dem letzteren sämmtliche Flächen 6-flächig sein, was aber unmöglich ist.[2])

---

[1]) Der Begriff des typischen Polyëders wurde ebenfalls in E. G. L. eingeführt und spielt daselbst, wie in allen folgenden hierzu gehörenden Arbeiten des Verfassers, die Rolle eines Grundbegriffs, auf welchem die Theorie der Polyëder überhaupt und besonders deren Classification ihre Basis findet. Dasselbe wird als ein besonderes typisches Glied einer unendlichen Gesammtheit der Polyëder aufgefasst, welche das gemein haben, dass die ihnen zugehörenden Grenzebenen sämmtlich parallel sind (resp. parallel aufgestellt werden können) und dabei natürlich die Anzahl dieser Grenzebenen dieselbe ist. Diese Gesammtheit wird als eine Polyëderspecies aufgefasst, also ein Grundglied der Classification, welche daselbst und in anderen Arbeiten weiter entwickelt wurde. Ein dem typischen Polyëder polar zugeordnetes wurde als subtypisches bezeichnet. Die betreffenden Relationen wurden ziemlich ausführlich in E. G. L. § 20—22 besprochen (übrigens findet man eine analoge Besprechung in manchen der neueren Geometrie angehörenden Werken). In erster Linie war stets ein Polyëder aufgestellt, in dessen Eckpunkten immer je drei Grenzebenen zusammentreffen. Solche Polyëder wurden als theoretische bezeichnet, und alle anderen, die particulären, als solche aufgefasst, von denen einige Kanten unendlich klein geworden sind. (Dieselbe Auffassung finden wir viel später bei H. Eberhardt.)

[2]) Dieser Satz findet sich noch in Legendre, Élements de Geométrie (z. B. 15 éd., 1862, p. 307). Später wurde er zu wiederholten Malen reproducirt (u. A. auch in E. G. L. § 24, wo auch geschichtliche Angaben anzutreffen sind).

8. Nehmen wir ein Flächenpaar in Betracht. Jedes andere Paar bestimmt eine primäre oder secundäre Zone. In der Anzahl $f-1$ ist jede 4-flächige Zone ein Mal, jede 6-flächige Zone 2 Mal ..., jede 2 m-flächige Zone $m-1$ Mal enthalten. Also

$$f-1=1\cdot p_2+2p_3+\ldots+(m-1)p_n.$$

Summiren wir diese Relation in Bezug auf sämmtliche Flächen und berücksichtigen, dass in dieser Summe ein Glied $(m-1)p_m$ m Male wiederholt wird, so erhalten wir endgültig

$$(f-1)f=1\cdot 2\cdot p_2+2\cdot 3\cdot p_3+\ldots+(n-1)n\,p_n. \qquad \text{C)}$$

Der Form nach ist diese Relation mit der Relation A) identisch. Die Relation A) wurde aber bis jetzt ausschliesslich für die Polyëder (als durch Ebenen begrenzte Körper) bewiesen. Jetzt gilt aber dieselbe Relation C) für beliebige Raumfiguren mit der einzigen Beschränkung, dass dieselben continuirliche Paarflächner sind, mit welchen wir es jetzt zu thun haben.

9. Jetzt sind aber die Zonen höchstens 6-flächig (§ 6). Da aber auch 4-flächige Zonen nothwendig vorhanden sind, so können wir eine Schichtebene auswählen, welche dieser Bedingung entspricht d. h. deren Colonnen zu zwei sich in einer Einheit schneiden.

Auf Grund dessen, dass eine Einheit in der Richtung einer Colonne nicht mehr als zwei anliegende Einheiten hat, sind nur folgende Annahmen zulässig:

1) Die gegebene Einheit hat mit den Einheiten der in Betracht gezogenen anliegenden Schichteinheiten nur eine einzige zur anliegenden. Dann ist sie durch drei Flächenpaare begrenzt, welche drei 4-flächige Zonen bilden (in der Relation C ist $f=3$, $p_2=3$, $p_3=0$). Solche Raumeinheiten werden Triparalleloëder genannt.

2) Eine Colonne der anliegenden Schicht ist in Bezug auf die Colonnen der ersten Schicht nur mit einer einzigen anliegend. Jede Einheit derselben ist aber zweien Einheiten anliegend. In diesem Falle ist nur eine einzige Zone 6-flächig. Also $f=4$, $p_2=3$, $p_3=1$. Solche Raumeinheiten werden Tetraparalleloëder genannt.

3) Es bleibt nur noch eine einzige Annahme übrig; jede Colonne der anliegenden Schicht ist in Bezug auf zwei anliegende Colonnen der gegebenen Schicht anliegend und dabei besitzt jede Einheit jeder Colonne zwei anliegende Einheiten in den anliegenden Colonnen.

Hier sind aber zwei Fälle zu unterscheiden: eine gegebene Schicht ist nur in Bezug auf ein Paar ihr paralleler Schichten anliegend, oder dies ist für zwei Paare der Fall. Dies hängt davon ab, ob Colonnen in einer Richtung vorhanden sind, deren einzelne Einheiten zu anliegenden, in der Richtung der Colonne, je eine Einheit erster und eine Einheit zweiter Schicht besitzen, oder dies nicht der Fall ist.

In dem ersten Falle haben wir $f=6$, $p_2=3$, $p_3=4$.

Solche Raumeinheiten werden Hexaparalleloëder genannt.

In dem zweiten Falle haben wir $f=7$, $p_2=3$, $p_3=6$.

Solche Raumeinheiten werden Heptaparalleloëder genannt.

Es ist schon längst bewiesen worden, dass unter den hierzu gehörenden Raumfiguren auch solche mit Ebenen begrenzte vorkommen, welche, als die einfachsten, wir als Typen auffassen können[1]). Diese Polyëder sind in den Figuren 12—15 abgebildet.

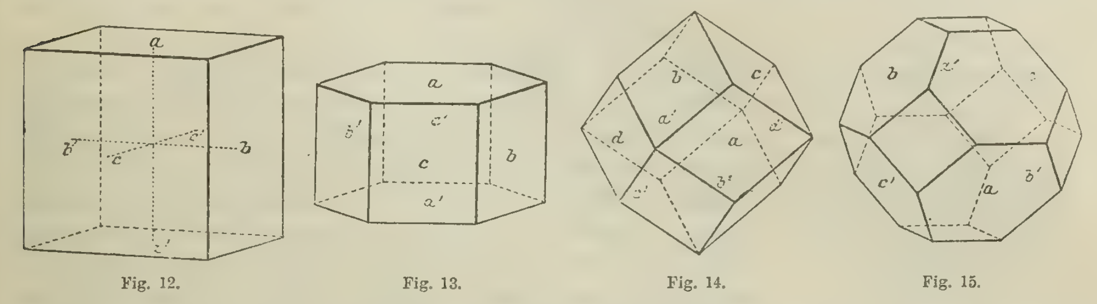


Fig. 12. Fig. 13. Fig. 14. Fig. 15.

Auch jetzt sind diese Paralleloëdertypen als die primären aufzufassen, da alle andern, als Varietäten, von diesen dadurch secundär gebildet gedacht werden können, dass man die Grenzebenen durch beliebig andere Flächen ersetzt, mit der Beschränkung, dass dabei die neu construirten gleichen und parallelen Flächen nicht einander schneiden dürfen, da sonst keine continuirliche Raumfiguren entstünden.

9. Weitere Beschränkung führt die Symmetrie mit sich. Es genügt das Vorhandensein einer 2-zähligen Axe der zusammengesetzten Symmetrie (Inversionscentrum), um die Möglichkeit der krummen Flächen zu beseitigen[2]). Die Symmetrie kann aber viel höher sein.

Die Möglichkeit der Symmetrieebenen ist augenscheinlich.

Die Möglichkeit gewisser Symmetrieaxen hängt aber von der Vertheilung der Colonnen, respective von der Zähligkeit der Zonen ab. In dieser Beziehung sind die Paralleloëder in zwei Gruppen zu sondern. Der ersten Gruppe gehören das Tri-, Hexa- und Heptaparalleloëder an, welche das Vorkommen der 4-zähligen und nicht mehrzähligen Symmetrieaxe zulassen. Die höchste allen drei zukommende Symmetrieart ist die (hexakis-)oktaëdrische mit der Symmetriegrösse 48. Der zweiten Gruppe gehört allein das Tetraparalleloëder an, für welche als höchste die 6-zählige Symmetrieaxe zulässig ist. Die höchste ihm zukommende Symmetrieart ist die dihexagonal-bipyramidale mit der Symmetriegrösse 24.

Es versteht sich von selbst, dass den bezüglichen Paralleloëdern auch sämmtliche andere Symmetriearten zukommen, welche in Bezug auf diese höchste untergeordnet sind.

10. Die Aufgabe der Aufsuchung sämmtlicher hierzu gehörender Symmetriearten gehört der reinen Symmetrielehre an und ist schon längst erschöpfend aufgelöst. Es sind dies die 32 Symmetriearten der Krystallographie[3]), welche jetzt auch in elementaren Lehrbüchern dieser Wissenschaft dargestellt werden.

---

[1]) Diese Ableitung wurde vom Verfasser noch in dem Ende der siebziger Jahre ausgeführt. Gerade darauf fussend wurde die specielle Theorie der Krystallstructur des Verfassers entwickelt und auf dem Wege der directen Erfahrung geprüft. Diese Entwicklung fand im Beginn der achtziger Jahre statt und ist in einer Reihe von Vorträgen in der k. mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg dargelegt (Verhandlungen der k. mineralog. Gesellschaft zu St. Petersburg, Bd. 17 S. 381, Bd. 18 S. 281 und 282).

[2]) Der Beweis dieses Satzes war zuerst nicht explicit angegeben, sondern er steckt in den Sätzen § 76 E. G. L.

[3]) Die vollständige Aufstellung der Symmetrieelemente wurde in S. L. II in der Einleitung und

Hier können wir uns mit der Darstellung der Resultate begnügen.

Der Symmetriegrösse 48 entsprechend wird die Sphäre in 48 sphärische Dreiecke getheilt (Fig. 16). Wollen wir dieselbe sämmtlich enumeriren, so wird jede solche Zahl als eine charakteristische ein bestimmtes Symmetrieelement darstellen.

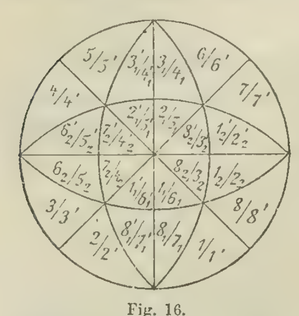


Fig. 16.

Der Einfachheit wegen wollen wir zuerst von der Anwesenheit der 3-zähligen Symmetrieaxen absehen. Dann erhalten wir als Symmetriegrösse 16, welche der ditetragonal-bipyramidalen Symmetrieart entspricht. Die zur oberen Hälfte bezüglichen Zahlen 1—8 behalten als Ausdrücke der Symmetrieelemente dieselbe Bedeutung, welche diese Zahlen für die ebenen Figuren besassen; 1' wird jetzt horizontale Symmetrieebene ausdrücken, 2', 4', 6' und 8' drücken horizontale 2-zählige Symmetrieaxen verschiedener Lage, 3' und 7' drücken 4-zählige zusammengesetzte Symmetrie aus und sind von einander nicht zu trennen, da sie einem und demselben Symmetrieelement angehören. Endlich 5' drückt das Inversionscentrum aus.

---

zwar auf Grund der Sätze der Kinematik ausgeführt*). Dabei wurde aber die zusammengesetzte Symmetrie nicht umständlich genug besprochen, und jetzt soll diese Lücke ausgefüllt werden.

Denken wir uns eine endliche Figur, die Symmetriegrösse $4p$ und dabei die p-zählige Symmetrieaxe besitzend, wo p eine sehr grosse ganze Zahl ist. Die Anzahl der gleichwerthigen Richtungen können wir dann durch eine Zahlenreihe $\frac{1\ 2\ 3\ \ldots\ (2p-1)\ 2p}{1'\ 2'\ 3'\ \ldots\ (2p-1)'\ (2p)'}$ darstellen.

Jede besondere Zahl dieser Reihe drückt ein besonderes Symmetrieelement aus. Nun wollen wir uns jetzt genaue Rechenschaft über die Bedeutung dieser sämmtlichen Zahlen geben.

Die Reihen $2\ 4\ 6 \ldots (2p-2)\ (2p)$ und $2'\ 4'\ 6' \ldots (2p-2)'\ (2p)'$ erhalten sehr einfache Deutung. Jede Zahl, einzeln genommen, drückt eine bestimmte verticale Symmetrieebene resp. eine horizontale 2-zählige Symmetrieaxe aus. Die Zahl 3 drückt aber eine p-zählige Symmetrieaxe aus und ist desshalb mit der Reihe 5 7 ... untrennbar verbunden. Ueberhaupt drücken die ungeraden Zahlen 3 5 7 ... Symmetrieaxen aus, deren Zähligkeit leicht zu ermitteln ist; z. B. die Zahl 5 tritt als ein untrennbares Glied der Reihe 1 5 9 (1 3) ... auf und drückt, wenn p eine gerade Zahl ist, eine $\frac{p}{2}$-zählige Symmetrieaxe aus; analog erhalten wir für die Zahl 7 eine Reihe 1 7 (1 3) (1 9) ..., und sie drückt, wenn die Zahl p durch 3 theilbar ist, die $\frac{p}{3}$-zählige Symmetrieaxe aus.

Für die ungeraden Zahlen der Reihe 1', 3', 5', 7'... erhalten wir eine andere Deutung.

Der Reihe nach bedingen die Zahlen 3', 5', 7'... folgende Zahlenreihen: a) 1 3' 5 7'... b) 1 5' 9 (1 3')... c) 1 7' (1 3) (1 9')... u. s. f.

Nehmen wir, den Principien der Symmetrielehre folgend, für p eine gerade Zahl, so drückt die Reihe a) die p-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie, welche zugleich $\frac{p}{2}$-zählige Symmetrieaxe ist, was daraus zu ersehen ist, dass dieser Reihe die Reihe 1 5 9 ... untergeordnet ist. Für die Reihe b) ist dies nur dann der Fall, wenn p durch 4 theilbar ist, und dann drückt diese Reihe die $\frac{p}{2}$-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie aus und zugleich die $\frac{p}{4}$-zählige Symmetrieaxe. Ein ganz analoges Resultat erhalten wir für die Reihe c), wenn p durch 6 theilbar ist u. s. f.

Wenn aber für die Reihe b) p durch 4, für die Reihe c) p durch 6 nicht theilbar ist, so nehmen diese Reihen die Form 1 1' 5 5' 7 7'... oder sogar die Form 1 1' 3 3' 5 5'... an. Hier sind also solche Zahlen

---

*) Noch früher und zwar auf ganz elementarem Wege wurde die vollständige Auffindung sämmtlicher Symmetriearten des dreidimensionalen Raumes in E. G. L. ausgeführt. Diese Auffindung stützte sich auf das vorläufige Auffinden sämmtlicher typischer Isoëder, wozu besondere Formeln gegeben wurden (§ 25).

Jetzt führen wir eine 3-zählige Symmetrieaxe von bestimmter Lage ein, und diejenigen Dreiecke, welche in Folge der Drehung um diese Axe in bestimmtem (direct aus der Figur ersichtlichem) Sinne aus einem durch die Zahl a bezeichnetem Dreiecke entstehen, wollen wir der Reihe nach a_1 und a_2 bezeichnen ($a_3 = a$).

Der Symmetriegrösse 24 des Tetraparalleloëders entsprechend wird die Sphäre in 24 sphärische Dreiecke getheilt (Fig. 17). Die der oberen Hälfte der Sphäre angehörenden Dreiecke wollen wir einfach 1—12 enumeriren, wie dies für das Hexagon in der Ebene der Fall war, und dann kommen wir dazu, dass dieselben charakteristischen Zahlen dieselben Symmetrieelemente ausdrücken. Die Dreiecke der unteren Hälfte wollen wir mit Apostroph unterscheiden. Jetzt bedeutet 1′ die horizontale Symmetrieebene, 2′, 4′, 6′, 8′, 10′ und 12′ horizontale 2-zählige Symmetrieaxen von verschiedener Lage, 3′ und 11′ beziehen sich auf die 6-zählige Axe I. Art der zusammengesetzten Symmetrie und sind von einander untrennbar, 5′ und 9′ gehören der 6-zähligen Axe II. Art der zusammengesetzten Symmetrie an und sind ebenfalls nicht von einander zu trennen; endlich drückt 7′ das Inversionscentrum aus.

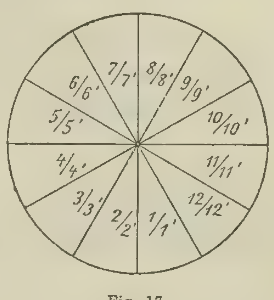


Fig. 17.

11. Auf Grund der eben entwickelten Betrachtungen erhalten wir folgende Tabelle der

Symmetriearten der Raumsysteme[1])

Nr.	Symmetrie-grösse	Charakteristische Zahlencomplexe für Tri-, Hexa- und Heptaparalleloëder	Charakteristische Zahlencomplexe für Tetraparalleloëder	Gleichungen der Symmetrie		
1	1	1	1	$y = b$	$z = c$	$v = d$
2	2	1 5′	1 7′	$y = n^{\pi} b$	$z = n^{\pi} c$	$v = n^{\pi} d$
3	2	1 5	1 7	$y = b$	$z = n^{\nu} c$	$v = n^{\nu} d$
4	2	1 1′	1 1′	$y = n^{\chi} b$	$z = c$	$v = d$
5	4	1 1′ 5 5′	1 1′ 7 7′	$y = n^{\chi} b$	$z = n^{\nu} c$	$v = n^{\nu} d$

untrennbar, drücken also eine zusammengesetzte Symmetrie höherer Art aus, unter welchen auch 1′ auftritt, welche, einzeln genommen, die horizontale Symmetrieebene ausdrückt.

Für jetzt genügt es uns vollständig, den speciellen Fall $p = 6$ zu besprechen.

In diesem Falle erhalten wir also zwei und nur zwei Arten der zusammengesetzten Symmetrie und zwar diejenigen, welche durch die Reihen a) 1 3′ 5 7′ 9 (1 1)′ und b) 1 1′ 5 5′ 9 9′ angegeben werden.

Die erste Reihe (also auch die Zahl 3′ allein genommen) drückt die 6-zählige Axe I. Art der zusammengesetzten Symmetrie aus. Das der Reihe b) entsprechende Symmetrieelement (also die Zahl 5′ allein genommen) drückt die analoge Axe II. Art aus.

Hierzu gehört auch die Reihe 17′, aber dieselbe drückt einfach das Inversionscentrum (resp. die 2-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie) aus.

4-zählige Axen der zusammengesetzten Symmetrie giebt es nur eine einzige Art, welche durch die Reihe 1 3′ 5 7′ bestimmt wird.

[1]) Der Anschaulichkeit wegen wird hier die graphische Darstellung sämmtlicher Symmetriearten der regulären Raumtheilung beigegeben (Taf. II). Solche Tafeln werden jetzt elementaren Lehrbüchern der Krystallographie beigegeben, da die bezüglichen Symmetriearten mit den krystallographischen identisch sind.

Nr.	Symmetriegrösse	Charakteristische Zahlencomplexe für Tri-, Hexa- und Heptaparalleloëder	Tetraparalleloëder	Gleichungen der Symmetrie		
6	4	1 2′ 5 6′	1 2′ 7 8′	$y = n^h b$	$z = n^\nu c$	$\nu = n^{h+\nu} d$
7	4	1 2 5 6	1 2 7 8	$y = b$	$z = n^\nu c$	$\nu = n^{\nu+\varphi} d$
8	8	1 1′ 2 2′ 5 5′ 6 6′	1 1′ 2 2′ 7 7′ 8 8′	$y = n^{h+\chi} b$	$z = n^\nu c$	$\nu = n^{h+\nu} d$
9	4	1 3 5 7	—	$y = b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+1}$
10	8	1 2 3 4 5 6 7 8	—	$y = b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+n^\varphi}$
11	4	1 3′ 5 7′	—	$y = n^\pi b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\pi$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+1}$
12	8	1 1′ 3 3′ 5 5′ 7 7′	—	$y = n^\chi b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+1}$
13	8	1 2′ 3 4′ 5 6′ 7 8′	—	$y = n^h b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+n^h}$
14	8	1 2′ 3′ 4 5 6′ 7′ 8	—	$y = n^\pi b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\pi$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+n^\delta}$
15	16	1 1′ 2 2′ 3 3′ 4 4′ 5 5′ 6 6′ 7 7′ 8 8′	—	$y = n^{\chi+h} b$	$y_0 = \overset{4}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{4}{b}_{\nu+n^h}$
16	3	$1\,1_1\,1_2$	1 5 9	$y = b$	$y_0 = \overset{3}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{3}{b}_{\nu+1}$
17	6	$1\,1_1\,1_2\,8\,8_1\,8_2$	1 2 5 6 9·10	$y = b$	$y_0 = \overset{3}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{3}{b}_{\nu+n^\varphi}$
18	6	$1\,1_1\,1_2\,5'\,5_1'\,5_2'$	1 3′ 5 7′ 9·11′	$y = n^\alpha b$	$y_0 = n^\alpha \overset{3}{b}_\nu$	$y_1 = n^\alpha \overset{3}{b}_{\nu+1}$
19	6	$1\,1_1\,1_2\,4'\,4_1'\,4_2'$	1 2′ 5 6′ 9 10′	$y = n^h b$	$y_0 = \overset{3}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{3}{b}_{\nu+n^h}$
20	12	$1\,1_1\,1_2\,4'\,4_1'\,4_2'\,5'\,5_1'\,5_2'\,8\,8_1\,8_2$	1 2′ 3′ 4 5 6′ 7′ 8 9·10′·11′·12	$y = n^{\alpha+h} b$	$y_0 = n^\alpha \overset{3}{b}_\nu$	$y_1 = n^\alpha \overset{3}{b}_{\nu+n^h}$
21	6	—	1 3 5 7 9·11	$y = b$	$y_0 = \overset{6}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+1}$
22	12	—	1 2 3 4 5 6 7 8 9·10·11·12	$y = b$	$y_0 = \overset{6}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+n^\varphi}$
23	6	—	1 1′ 5 5′ 9 9′	$y = n^\pi b$	$y_0 = n^\pi \overset{6}{b}_\pi$	$y_1 = n^\pi \overset{6}{b}_{\pi+1}$
24	12	—	1 1′ 3 3′ 5 5′ 7 7′ 9 9′·11·11′	$y = n^\chi b$	$y_0 = \overset{6}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+1}$
25	12	—	1 2′ 3 4′ 5 6′ 7 8′ 9·10′·11·12′	$y = n^h b$	$y_0 = \overset{6}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+n^h}$
26	12	—	1 1′ 2 2′ 5 5′ 6 6′ 9 9′·10·10′	$y = n^{\pi+h} b$	$y_0 = \overset{6}{b}_\pi$	$y_1 = \overset{6}{b}_{\pi+n^h}$
27	24	—	1 2 3 4 5 6 7 8 9·10·11·12 1′2′3′4′5′6′7′8′9′·10′·11′·12′	$y = n^{h+\chi} b$	$y_0 = \overset{6}{b}_\nu$	$y_1 = \overset{6}{b}_{\nu+n^h}$
28	12	$1\,1_1\,1_2\,2'\,2_1'\,2_2'\,5\,5_1\,5_2\,6'\,6_1'\,6_2' = (1\,2'\,5\,6')_3$	—	$x_0 = n^h \overset{3}{a}_0$	$x_1 = n^\nu \overset{3}{a}_{0+1}$	$x_2 = n^{h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2}$
29	24	$(1\,1'\,2\,2'\,5\,5'\,6\,6')_3$	—	$x_0 = n^{h+\chi} \overset{3}{a}_0$	$x_1 = n^\nu \overset{3}{a}_{0+1}$	$x_2 = n^{h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2}$
30	24	$(1\,2'\,3'\,4\,5\,6'\,7'\,8)_3$	—	$x_0 = n^h \overset{3}{a}_0$	$x_1 = n^\nu \overset{3}{a}_{0+n^\delta}$	$x_2 = n^{h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2n^\delta}$
31	24	$(1\,2'\,3\,4'\,5\,6'\,7\,8')_3$	—	$x_0 = n^{h+d} \overset{3}{a}_0$	$x_1 = n^{d+\nu} \overset{3}{a}_{0+n^d}$	$x_2 = n^{d+h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2n^d}$
32	48	$(1\,1'\,2\,2'\,3\,3'\,4\,4'\,5\,5'\,6\,6'\,7\,7'\,8\,8')_3$	—	$x_0 = n^{h+d+\chi} \overset{3}{a}_0$	$x_1 = n^{d+n} \overset{3}{a}_{0+n^d}$	$x_2 = n^{d+h+\nu} \overset{3}{a}_{0+2n^d}$

In den letzten fünf Zeilen haben wir der Kürze wegen $(a \ldots c)_3$ anstatt $a\,a_1\,a_2 \ldots c\,c_1\,c_2$ gesetzt.

12. Für jede gegebene Symmetrieart und eine gegebene Richtung von allgemeiner Lage (d. h. eine Gerade oder eine Ebene, welche weder parallel noch senkrecht zu irgend einem Symmetrieelemente steht, sei es eine Axe oder Ebene) erhalten wir eine Anzahl gleicher Richtungen, welche der Symmetriegrösse gleich sind. Für die particulären

Richtungen ist aber die Anzahl der gleichen Richtungen eine geringere, und es kann sogar der Fall vorkommen, dass diese Anzahl sich zu einer Einheit reducirt. Solche Richtungen (Gebilde) wollen wir als singuläre bezeichnen.

Die angegebenen Symmetriearten lassen sich in dieser Beziehung in folgende Gruppen sondern, welche wir als die Arten der Syngonie auffassen wollen.

I. Sämmtliche Richtungen sind singuläre. Dazu gehören die beiden ersten Symmetriearten. Diese Syngonie wird als die trikline bezeichnet.

II. Es giebt nur eine einzige Ebene, in welcher alle Richtungen singuläre sind, und ausserdem ist die zu dieser Ebene senkrechte Richtung eine singuläre. Die Ebene selbst ist singulär, ebenso wie sämmtliche zu derselben senkrechten Ebenen. Hierzu gehören die Symmetriearten 3, 4 und 5.

Diese Syngonieart wird als die monokline bezeichnet.

III. Es giebt nur drei unter einander senkrechte singuläre Richtungen. Auch die zu denselben senkrechten Ebenen sind singuläre. Hierzu gehören die Symmetriearten 6, 7 und 8.

Diese Syngonieart wird als die rhombische bezeichnet.

IV. und V. Es giebt nur eine einzige singuläre Richtung (Hauptaxe); ebenso ist eine einzige zu dieser Richtung senkrechte Ebene singulär.

In diesem Falle unterscheiden wir diejenige Syngonie, in welcher die Anzahl der in der singulären Ebene vorkommenden gleichen Richtungen (der particulären, falls solche überhaupt vorhanden sind) gleich 2 oder 3 ist.

Die erste Syngonieart wird als die tetragonale, die letzte als die hexagonale bezeichnet. Der ersten gehören die 9.—15., der letzteren die 16.—27. Symmetrieart an[1]).

Endlich VI. Es sind keine singulären Richtungen vorhanden.

In diesem Falle giebt es drei besondere, unter einander senkrechte Richtungen, welche als die zu den Flächen eines Würfels senkrechten Geraden (kubische Axen), und noch vier andere besondere Richtungen, welche als die Diagonalen des Würfels angesehen werden können; den letzteren sind nothwendiger Weise vorkommende 3-zählige Symmetrieaxen parallel.

Diese Syngonieart wird als die kubische bezeichnet. Zu derselben gehören die Symmetriearten 28—32.

Für die in der Tabelle zusammengestellten Symmetriegleichungen werden, je nach der Symmetrieart, entweder drei singuläre Richtungen als Coordinatenaxen angenommen (dies für die Syngoniearten I, II und III), oder eine einzige vorhandene singuläre Richtung y, und zwei resp. drei gleiche in der singulären Ebene liegende Geraden (die particulären Richtungen, falls solche vorhanden sind). Es muss aber hervorgehoben werden, dass für

---

[1]) Unter den Symmetriearten der hexagonalen Syngonie lassen sich diejenigen Nr. 16—20 von denen Nr. 21—27 dadurch unterscheiden, dass in den ersten stets möglich ist, eine zur Hauptaxe schiefe Richtung so auszuwählen, dass die gleichwerthigen Richtungen eine dreigliederige Gruppe, in den letzten eine sechsgliederige Gruppe bilden. Dieser Unterschied kann dadurch ausdrücklich hervortreten, dass man die ersten Symmetriearten in eine trigonale, die letzten sieben in eine hexagonale Hyposyngoniegruppe vereinigt. Diese beiden Gruppen sind in der Taf. II besonders dargestellt.

die Symmetriearten 9—15 der elementare Axenwinkel $\frac{\pi}{2}$ ist, für 16—20 ist derselbe Winkel $\frac{2\pi}{3}$, und endlich für die Symmetriearten 21—27 ist derselbe Winkel $\frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3}$. Die Coordinatenaxen werden der Reihe nach mit $y_0, y_1, y_2 \ldots$ bezeichnet.

Endlich werden für die kubische Syngonie als Coordinatenaxen drei oben besonders erwähnte besondere senkrechte Richtungen (kubische Axen) x_0, x_1, x_2 angenommen.

Was endlich die Bezeichnung der Periode, die Bedeutung der eingeführten Symmetrieparameter und die Ueberzähligkeit der Coordinatenaxen betrifft, so sind auch hier die Bemerkungen § 10, I. Theil geltend.

13. Die Darstellung der Systeme I. Ordnung wird auch jetzt dadurch erschöpft, dass man alle diesen Systemen zukommenden Symmetriearten berücksichtigt. Dabei kann aber vorkommen, dass man für einen und denselben Paralleloëdertypus eine und dieselbe Symmetrieart verschiedener Systeme erhält, indem die Colonnenrichtungen resp. Schichtebenen sich in Bezug auf die Symmetrieelemente verschieden orientirt erweisen.

Auch jetzt giebt für die Lösung derartiger Fragen die Lehre von der scheinbaren Symmetrie die leitenden Aufschlüsse. (Vergl. § 11, I. Theil.) Da aber die Betrachtungen dieser Art in ihren Anwendungen auf die Einzelheiten ziemlich viel Raum gefordert hätten, das zu Grunde liegende Princip aber ausserordentlich einfach ist, so erlauben wir uns hier wieder uns mit der Darlegung der Resultate zu begnügen, um so mehr, als die Resultate schon längst constatirt worden waren[1]).

14. Diese Systeme sind ganz anschaulich auf Taf. III dargestellt. Jetzt wollen wir dieselben in kurzen Worten charakterisiren.

1) 1 III, 2) 1 IV, 3) 1 VI und 4) 1 VII sind die Systeme, in welchen Symmetrieelemente vollständig fehlen.

5) 1π III, 6) 1π IV, 7) 1π VI und 8) 1π VII sind die Systeme, in welchen allein das Inversionssystem anwesend ist.

9) 2 III und 10) 2 IV sind zwei Systeme, in welchen allein 2-zählige Symmetrieaxen einer einzigen (parallelen) Richtung vorhanden sind.

11) 3 III, 12) 3 IV, 13) 3 IV', 14) 3 VI, 15) 3 VI', 16) 3 VII und 17) 3 VII' sind die Systeme, in welchen ausser 2-zähligen Symmetrieaxen noch ebensolche Schraubenaxen vorhanden sind, obgleich alle diese Symmetrieelemente parallel sind.

18) 1χ III und 19) 1χ IV sind zwei Systeme, in welchen allein lauter parallele Symmetrieebenen vorhanden sind.

20) $1\chi'$ III, 21) $1\chi'$ IV, 22) $I\chi'$ IV', 23) $1\chi'$ VI, 24) $1\chi'$ VI', 25) $1\chi'$ VII und 26) $1\chi'$ VII' sind die Systeme, in welchen ausser Symmetrieebenen noch ihnen parallele Gleitebenen vorhanden sind.

---

[1]) Die Gesammtheit der Paralleloëdersysteme I. Ordnung war zuerst in E. G. L. § 84, S. 238 angedeutet und in S. L. III Taf. IV schon ganz anschaulich und vollständig abgebildet. Die jetzige Abbildung Taf. II unterscheidet sich von der vorigen dadurch, dass die Paralleloëder in nicht deformirter Form aufgezeichnet sind. Dadurch wird auf die Relationen unter Systemen verschiedener Symmetrie anschaulicher und einfacher hingewiesen und besonders wird dadurch die Lage der Symmetrieelemente durch entsprechende charakteristische Zahlen in Anschaulichkeit gewonnen.

27) 2χ III und 28) 2χ IV sind zwei Systeme, in welchen nur 2-zählige Symmetrieaxen und die zu ihnen senkrechten Symmetrieebenen vorhanden sind.

29) 3χ III, 30) 3χ IV, 31) 3χ IV′, 32) 3χ VI, 33) 3χ VI′, 34) 3χ VII und 35) 3χ VII′ sind die Systeme, in welchen ausser 2-zähligen Symmetrieaxen noch die denselben parallelen Schraubenaxen und ausser Symmetrieebenen noch die denselben parallelen Gleitebenen vorhanden sind.

36) 4 III ist ein System, in welchem allein 2-zählige Symmetrieaxen vorhanden sind, welche gemeinsame Schnittpunkte besitzen.

37) 5 III, 38) 5 IV sind zwei Systeme, in welchen ausser dem eben charakterisirten System der Axen noch 2-zählige sich schneidende Schraubenaxen anwesend sind, durch deren Schnittpunkte diese beiden senkrechten 2-zähligen Symmetrieaxen hindurchgehen.

39) 6 VI, 40) 6 VII sind zwei Systeme, in welchen ausser dem Axensystem 4 III noch ein durchdringendes System der gemeinsame Schnittpunkte besitzenden 2-zähligen Schraubenaxen vorhanden ist.

41) 7 VI, 42) 7 VII sind zwei Systeme, in welchen in je einer Ebene eine 2-zählige Symmetrieaxe und eine Schraubenaxe in abwechselnder Reihe stehen.

43) 2φ III ist ein System, in welchem parallele aber zu einander senkrecht stehende Symmetrieebenen vorhanden sind (welche sich natürlich zu je zwei in je einer 2-zähligen Symmetrieaxe schneiden). Keine Schraubenaxen und keine Gleitebenen.

44) $2\varphi'$ III, 45) $2\varphi'$ IV sind zwei Systeme, in welchen ausserdem zwei Systeme senkrechter Gleitebenen vorhanden sind, aber keine Schraubenaxen.

46) 3φ III, 47) 3φ IV, 48) 3φ IV′ sind drei Systeme, in welchen die 2-zähligen Symmetrie- und Schraubenaxen einer einzigen Richtung sich in singulären Ebenen abwechseln. Durch die Schraubenaxen allein gehen die Gleitebenen hindurch.

49) $3\varphi'$ VI, 50) $3\varphi'$ VI′, 51) $3\varphi'$ VII sind drei Systeme, in welchen in je einer singulären Ebene entweder lediglich Symmetrieaxen oder lediglich Schraubenaxen liegen. Hier schneiden sich je zwei Gleitebenen in einer Schraubenaxe.

52) $3\varphi''$ VI, 53) $3\varphi''$ VII, 54) $3\varphi''$ VII′ sind drei Systeme, in welchen in singulären Ebenen Symmetrie- und Schraubenaxen mit einander abwechseln. Hier schneiden sich Gleitebenen in Symmetrieaxen.

55) 4χ III ist ein System, in welchem nur Symmetrieebenen dreier verschiedener Lagen vorhanden sind und natürlich sämmtlich sich in 2-zähligen Symmetrieaxen schneiden; es sind aber weder Gleitebenen noch Schraubenaxen vorhanden.

56) 5χ III, 57) 5χ IV sind die Systeme, deren Symmetrieelemente sich aus System 5 ableiten lassen durch Hinzufügen der durch die Schnittpunkte der Symmetrieaxen hindurchgehenden Symmetrieebenen.

58) 6χ VI, 59) 6χ VII sind die Systeme, deren Symmetrieelemente sich ebenso von System 6 ableiten lassen wie 5χ aus 5.

60) 7χ VI, 61) 7χ VII sind die Systeme, deren Symmetrieelemente sich ebenso von System 7 ableiten lassen wie 5χ aus 5 und 6χ aus 6.

62) 8 III ist ein System, in welchem nur 4-zählige und die resultirenden 2-zähligen Symmetrieaxen einer einzigen (singulären) Richtung vorhanden sind.

63) 9 VI, 64) 9 VII sind zwei Systeme, in welchen neben 4-zähligen Symmetrieaxen und resultirenden 4-zähligen Schraubenaxen mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{2}$ 2-zählige Schraubenaxen vorhanden sind.

65) 8φ III ist ein System, in welchem die Symmetrieelemente sich aus denen des Systems 8 durch Hinzufügung der verticalen Symmetrieebenen ableiten lassen.

66) 9φ VI, 67) 9φ VII sind zwei Systeme, deren Symmetrieelemente sich aus dem System 9 ebenso ableiten lassen wie 8φ III aus 8.

68) 2π III ist ein System, in welchem lediglich 4-zählige Axen der zusammengesetzten Symmetrie und die resultirenden Axen vorhanden sind.

69) 3π VI, 70) 3π VII sind zwei Systeme, in welchen die resultirenden 4-zähligen Axen der zusammengesetzten Symmetrie eine andere Lage der Ebene dieser Symmetrie besitzen, als es für die als die primitiven Axen zu betrachtenden der Fall ist; ausserdem sind die resultirenden 2-zähligen Schraubenaxen vorhanden.

71) 8χ III ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich von denen des Systems 8 durch Vorhandensein horizontaler Symmetrieebenen unterscheiden.

72) 9χ VI, 73) 9χ VII sind zwei Systeme, deren Symmetrieelemente sich zu denen des Systems 9 ganz analog verhalten wie 8χ zu 8.

74) 10 III ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich aus 8 ableiten lassen durch Hinzufügung einer horizontalen, die 4-zählige Symmetrieaxe schneidenden 2-zähligen Symmetrieaxe.

75) 11 VI, 76) 11 VII sind zwei Systeme, deren Symmetrieelemente aus dem System 9 wie 10 aus 8 sich ableiten lassen.

77) 4δ III ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich aus 4 ableiten lassen durch Hinzufügung einer diagonalen Symmetrieebene, welche durch Symmetrieaxen verläuft.

78) 5δ III ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich aus 5 ebenso ableiten lassen wie 4δ aus 4.

79) 6δ VI, 80) 6δ VII sind zwei Systeme, deren Symmetrieelemente sich aus 6 ebenso ableiten lassen wie 4δ aus 4 und 5δ aus 5.

81) 7δ VI, 82) 7δ VII sind zwei Systeme, deren Symmetrieelemente sich aus 7 ebenso ableiten lassen wie 4δ aus 4 u. s. w.

83) 10χ III ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich aus 10 ebenso ableiten lassen wie 8χ aus 8 u. s. w.

84) 11χ VI, 85) 11χ VII sind zwei Systeme, deren Symmetrieelemente sich aus 11 ebenso ableiten lassen wie 8χ aus 8 u. s. w.

86) 12 IV ist ein System, dessen Symmetrieelemente lauter 3-zählige Symmetrieaxen einer einzigen Richtung sind.

87) 13 III, 88) 13 VI, 89) 13 VII sind drei Systeme, unter deren Symmetrieelementen ausser 3-zähligen Symmetrieaxen noch rechte und linke Schraubenaxen von derselben einzigen (singulären) Richtung vorhanden sind.

90) 12φ IV ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich aus 12 ableiten lassen durch Hinzufügung einer durch zwei nächste Symmetrieaxen hindurchgehenden verticalen Symmetrieebene.

91) $12\varphi'$ IV ist ein ganz analog abgeleitetes System, aber die beigefügte Symmetrieebene geht nicht durch zwei nächste Symmetrieaxen hindurch.

92) 13φ III, 93) 13φ VI, 94) 13φ VII sind drei Systeme, deren Symmetrieelemente aus 13 ganz analog abgeleitet worden sind wie 12φ aus 12.

95) 12π IV ist ein System, welches sich zu 12 ganz analog verhält wie 8χ zu 8 u. s. f.

96) 14 IV ist ein System, dessen Symmetrieelemente sich aus denen von 12 ableiten lassen durch Hinzufügung einer durch zwei nächste Symmetrieaxen nicht hindurchgehenden horizontalen 2-zähligen Symmetrieaxe.

97) 15 IV ist ein dem vorigen ganz analog abgeleitetes System, welches sich aber dadurch unterscheiden lässt, dass die beigefügte 2-zählige Symmetrieaxe durch zwei nächste 3-zählige Symmetrieaxen hindurchgeht.

98) 16 III, 99) 16 VI, 100) 16 VII sind drei Systeme, welche sich aus 13 ganz analog ableiten lassen wie das vorige System aus 12.

101) 14π IV lässt sich aus 14 IV ganz analog ableiten wie 12π aus 12.

102) 15π IV lässt sich analog aus 15 IV ableiten.

103) 17 IV ist ein System mit 6-zähligen und resultirenden 3- und 2-zähligen Symmetrieaxen einer einzigen (singulären) Richtung.

104) 17φ IV lässt sich aus dem vorigen ganz analog ableiten wie 8φ IV aus 8 IV.

105) 12α IV ist ein System, dessen Symmetrieelemente 6-zählige Axen der zusammengesetzten Symmetrie und die resultirenden 3-zähligen Symmetrieaxen und Inversionscentren sind.

106) 13α III, 107) 13α VI, 108) 13α VII sind drei Systeme, deren Symmetrieelemente 6-zählige Axen der zusammengesetzten Symmetrie sind mit drei verschiedenen Lagen der Ebenen dieser Symmetrie; ausserdem sind die resultirenden rechten und linken 3-zähligen Schraubenaxen vorhanden, und die Inversionscentra von verschiedenen Lagen.

109) 17χ IV lässt sich aus 17 IV ganz analog wie 12π aus 12 ableiten.

110) 18 IV lässt sich aus 17 IV durch Hinzufügung einer durch die 6-zählige Symmetrieaxe hindurchgehenden 2-zähligen horizontalen Symmetrieaxe ableiten.

111) 14α IV lässt sich aus 14 IV durch Hinzufügung der durch die nächsten 3-zähligen Symmetrieaxen hindurchgehenden verticalen Symmetrieebenen ableiten.

112) 15α IV lässt sich aus 15 IV durch Hinzufügung der durch die nächsten 3-zähligen Symmetrieaxen nicht hindurchgehenden verticalen Symmetrieebenen ableiten.

113) 16α III, 114) 16α VI, 115) 16α VII sind drei Systeme, welche sich resp. aus 16 III, 16 VI und 16 VII ableiten lassen durch Hinzufügung der durch die 3-zählige Symmetrieaxe hindurchgehenden Symmetrieebenen.

116) 18χ IV lässt sich aus 18 IV ganz analog ableiten wie 17χ IV aus 17 IV u. s. f.

Endlich lassen sich alle anderen der kubischen Syngonie angehörenden Systeme aus den vorigen durch Hinzufügung der oktaëdrischen 3-zähligen Symmetrieaxen ableiten und zwar:

117) 19 III aus 4 III, 118) 20 VII aus 6 VII, 119) 21 VI aus 7 VI, 120) 19χ III aus 4χ, 121) 20χ VII aus 6χ VII, 122) 21χ VI aus 7χ VI, 123) 19δ III aus 4δ, 124) 20δ VII aus 6δ VII, 125) 21δ VI aus 7δ VI, 126) 22 III aus 10 III, 127) 23 VII aus 11 VII, 128) 24 VI aus 11 VI, 129) 22χ III aus 10χ III, 130) 23χ VII aus 11χ VII und 131) 24χ VI aus 11χ VI.

15. Um für alle Systeme die Symmetrieelemente überhaupt vollständig darzustellen, müssen die Sätze § 13 (I. Theil) mit folgenden Ergänzungen berücksichtigt werden:

Ergänzung des 1. Satzes § 13. Hat die gegebene Deckschiebung l in Bezug auf die gegebene Symmetrieaxe eine schiefe Richtung, dessen Componente in der Richtung der Axe gleich l' ist, so ist die resultirende p-zählige Axe eine Schraubenaxe mit der Deckschiebung l'; l' muss dabei nothwendigerweise gleich $n\frac{\lambda}{p}$ sein, wo λ die Deckschiebung des Systems in der Richtung der Axe, und n eine ganze Zahl bedeutet. Ist die gegebene Axe eine Schraubenaxe mit der Deckschiebung L, so ist die resultirende Axe eine Schraubenaxe mit der Deckschiebung $L + l'$. Ist dabei $L + \lambda' = n\lambda$, so ist diese Axe keine Schraubenaxe mehr, sondern eine Symmetrieaxe[1]).

Dabei muss in Rücksicht genommen werden, dass eine 4-zählige Symmetrieaxe zugleich 2-zählige, und eine 6-zählige Symmetrieaxe zugleich 2- und 3-zählige Symmetrieaxe ist. Dasselbe gilt analog für Schraubenaxen. Daraus geht hervor, dass die aus solchen Axen und der gegebenen Translation entstehenden resultirenden Axen verschiedenartig sind und zugleich verschiedene Lage erhalten.

Speciell für die Axen der zusammengesetzten Symmetrie erhalten wir, dass auch die resultirenden Symmetrieelemente eben solche Axen sind. Ist dabei die Translation senkrecht zur Axe, so behält die Ebene der zusammengesetzten Symmetrie ihre Lage; ist aber die Translationsrichtung in Bezug auf die Axe schief und besitzt in ihrer Richtung die Componente l', so erhält die resultirende Ebene der zusammengesetzten Symmetrie eine neue Lage, und zwar wird sie nur um die Componente $\frac{l'}{2}$ verschoben.

Sind zwei beliebige Symmetrieelemente in beliebiger relativer Lage gegeben, so entsteht ein resultirendes Symmetrieelement, welches wir dadurch stets ermitteln können, dass wir zuerst die Symmetrieelemente sich in einem Punkt schneidend denken, das resultirende Element bestimmen, und dann noch die nicht in Betracht gezogene Translation berücksichtigen, welche auf Grund des eben angegebenen Satzes uns zu einem ganz bestimmten Symmetrieelement von ganz bestimmter Lage führt. Die Schraubenaxen und die Gleitebenen sind dabei stets in ihre Componenten zerlegt zu denken, d. h. als Symmetrieaxen resp. Symmetrieebenen und Translationsrichtungen mit ganz bestimmten Componenten.

Es wäre sehr viel Raum dazu nöthig, um diesen allgemeinen Satz für sämmtliche vorkommende Fälle besonders anzuwenden.

Vergleichen wir die bei der Darstellung der Systeme I. Ordnung gefundenen regelmässigen Punktsysteme mit denjenigen 230 Systemen, welche früher auf anderem Wege erschöpfend abgeleitet wurden, so finden wir, dass die jetzt gefundenen Systeme sich zwar unter denselben befinden, aber von denselben hier nur durch 73 vertreten sind. Diese Systeme wurden bei ihrer Ableitung unter dem Namen symmorphe abgesondert.

Die Vertheilung der Symmetrieelemente sämmtlicher regelmässiger Punktsysteme ist ganz anschaulich in den Tafeln IV und V graphisch dargestellt. Die Symmetriegleichungen dieser Systeme sind in der Tabelle V am Schlusse dieses Theiles zusammengestellt[2]).

---

[1]) Die betreffende Reihe von Sätzen ist in S. L. III S. 20—29 enthalten. Vgl. Anm. 9.

[2]) Die anschaulichen graphischen Darstellungen der Lagerung der Symmetrieelemente der regelmässigen Punktsysteme sind zuerst in S. L. III Taf. II und III und später in der Einleitung zur

16. Sämmtliche Systeme I. Ordnung sind aus vier Grundsystemen 22χ III, 23χ VII, 24χ VI und 18χ IV dadurch abgeleitet, dass die denselben zukommenden Symmetrieelemente durch andere ersetzt sind, welche die ihnen untergeordneten Symmetriearten ausbilden.

Theorie der Krystallstructur (Groth's Zeitschrift für Krystallographie Bd. 24, Taf. V und VI) erschienen. Dem Wesen nach sind jetzt die Taf. IV und V als blosse Reproduction zu betrachten, aber dieselben sind in Bezug auf die doppelten Systeme (d. h. diejenigen mit Elementen der geraden Symmetrie) vielfach vervollständigt durch die Angabe der Inversionscentra, der Axen der zusammengesetzten Symmetrie. Umgekehrt sind die Systeme der kubischen Syngonie in der Darstellung vereinfacht, indem viele der Symmetrieelemente, welche früher angezeigt wurden, jetzt beseitigt worden sind. Es sind nur solche zur Darstellung ausgewählt, welche diese Darstellung möglichst anschaulich machen. Dadurch werden auch die Analogien dieser Systeme mit denen der rhombischen und tetragonalen Syngonie bei weitem klarer hervortreten.

Jedem regelmässigen Punktsystem gehört in diesen Tafeln eine getrennte Zelle an. Die einfachen Systeme, welche also ausschliesslich die Elemente der Decksymmetrie enthalten, werden durch einfache Enumeration gekennzeichnet (zum Unterschiede der asymmorphen Systeme wird die betreffende Nummer in Parenthesen eingeschlossen). Alle Systeme, welche von einem einfachen hergeleitet und durch dieselben Elemente der Decksymmetrie gekennzeichnet sind, wurden nebeneinander so eingezeichnet, dass die ihren Zellen angehörenden Conturen ihnen sämmtlich gemeinsam sind und eine ununterbrochene Kette bilden. Bei solcher Anordnung werden besondere Zeichnungen der für alle diese Systeme gemeinschaftlichen Elemente der Decksymmetrie überflüssig, weil die letzteren schon aus der Zeichnung des zugehörigen einfachen Systems ersichtlich sind, in allen anderen wird ihre Anwesenheit von vornherein vorausgesetzt.

Die Bedeutung der Bezeichnungen bleibt dieselbe, wie damals, und zwar:

verticale zweizählige Symmetrieaxe.

verticale zweizählige Schraubenaxe.

verticale dreizählige Symmetrieaxe.

rechte verticale dreizählige Schraubenaxe.

linke verticale dreizählige Schraubenaxe.

verticale vierzählige Symmetrieaxe.

verticale vierzählige rechte Schraubenaxe.

verticale vierzählige linke Schraubenaxe.

nichtpolare verticale vierzählige Schraubenaxe.

verticale sechszählige Symmetrieaxe.

verticale rechte sechszählige Schraubenaxe mit Längsschiebung $\frac{\lambda}{6}$.

verticale linke sechszählige Schraubenaxe mit Längsschiebung $\frac{\lambda}{6}$.

verticale rechte sechszählige Schraubenaxe mit Längsschiebung $\frac{\lambda}{3}$.

verticale linke sechszählige Schraubenaxe mit Längsschiebung $\frac{\lambda}{3}$.

verticale sechszählige (nicht polare) Schraubenaxe mit Längsschiebung $\frac{\lambda}{2}$.

○ Inversionscentrum (zweizählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie).

◇ verticale vierzählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie.

⬡ verticale sechszählige Axe I. Art der zusammengesetzten Symmetrie.

verticale sechszählige Axe II. Art der zusammengesetzten Symmetrie.

Dabei verschwinden einige Symmetrieelemente; die Form der Raumeinheiten, die Lage der Colonnen und Schichten bleibt dabei aber unberührt.

Nun ist auch hier in Rücksicht zu nehmen, dass es schon längst bewiesen worden, dass die Systeme, je nach ihrer Syngonie, durch homogene Deformationen transformirt werden können, ohne die denselben innewohnenden Eigenschaften der regulären Raumtheilungen zu verlieren[1]).

Es ist nämlich der Beweis dafür erbracht worden, dass solche Systeme zweierlei Art von Deformationen unterzogen werden können: a) Dilatationen und b) Verschiebungen. Das sind gerade die Relationen, in welchen die krystallographischen Figuren unter einander stehen, und welche desshalb als die der krystallographischen Projectivität bezeichnet werden und deren nähere Untersuchung zu dem Schlusse geführt hat, dass dieselben identisch sind mit der Affinität von Möbius.

Die Deformationen dieser Art stehen mit der Syngonie im nächsten Verhältniss und sind durch folgende Sätze bestimmt:

1. Satz. In jeder singulären Richtung kann positive oder negative Dilatation hervorgebracht werden.

Man unterscheidet dabei die orthogonale und die schiefe Dilatation, je nachdem die feste Dilatationsebene zur Dilatationsrichtung senkrecht ist oder nicht. Schiefe Dilatationen sind natürlich nur dann zulässig, wenn beide, die Richtung und die Ebene, singulär sind.

Die verticalen Symmetrieebenen werden direct durch ununterbrochene gerade Linien ersichtlich, ebenso wie die horizontalen zweizähligen Symmetrieaxen.

Die horizontalen zweizähligen Schraubenaxen und die verticalen Gleitebenen werden durch punktirte Linien angezeigt.

Für die letzteren wird die Richtung der Gleitschiebung dadurch angegeben, dass diejenigen mit verticaler Gleitschiebung einfach durch punktirte Linien angezeigt werden; ist die Richtung der Gleitschiebung horizontal, so ist dies aus den beigegebenen Pfeilen ersichtlich; sind diese Richtungen schief, so wird dies durch Querstriche angegeben und zwar bezeichnet ein einziger Querstrich die Componente $\frac{\lambda_0}{2}, \frac{\lambda_1}{2}$; sonst werden zwei Querstriche beigegeben.

Wenn eine horizontale Axe resp. Symmetrie- oder Gleitebene (Inversionscentrum u. A.) nicht mit der Zeichnungsebene zusammenfällt, so wird die Entfernung, von oben nach unten gerechnet, durch eine Ziffer angegeben, und zwar für sämmtliche Syngoniearten ausser der hexagonalen wird als Einheit $\frac{\lambda}{4}$, und für die letzte $\frac{\lambda}{6}$ angenommen. Anstatt $\frac{1}{2}$ stellt man einfach einen Punkt auf. Für horizontale Symmetrie- resp. Gleitebenen, deren Vorhandensein aus der Anwesenheit der dem Zellenrande angefügten Linien ersichtlich wird, ist die Entfernungsziffer in Klammer eingeschlossen.

Für die Systeme der kubischen Syngonie sind manche schief stehenden Symmetrieelemente durch Buchstaben angezeigt, deren Bedeutung direct aus dem beigegebenen Diagramm ersichtlich ist. Schiefe Symmetrie- resp. Gleitebenen sind überhaupt nicht angezeigt worden; die Lagen der dreizähligen Symmetrieaxen, umgekehrt, werden vollständig angezeigt.

Dieselben Bezeichnungen gelten auch für die I. Tafel. Da aber hier nur verticale Symmetrieaxen und verticale Symmetrieebenen resp. Gleitebenen mit horizontaler Gleitschiebung vorhanden sind, so ist nur ein Theil dieser Bezeichnungen zu berücksichtigen. Die Pfeile für horizontale Gleitschiebung sind unterdrückt worden.

[1]) Die betreffenden Sätze sind in denselben Arbeiten aufgestellt, von welchen in der Anmerkung 1 S. 477 die Rede ist.

Besondere Anmerkung. Hier wird von der allseitigen Dilatation abgesehen, welche ebenfalls als ein besonderer Fall der Affinität auftritt und eigentlich den Fall der Aehnlichkeit darstellt.

2. Satz. Als Verschiebungsebenen und Verschiebungsrichtungen können die singulären Ebenen resp. Richtungen nur dann auftreten, wenn in der zur Verschiebungsebene senkrechten und der Verschiebungsrichtung parallelen Ebene sämmtliche Richtungen singulär sind.

Ausser trikliner Syngonie ist dieser Fall für monokline Syngonie zulässig, wenn man als Verschiebungsebene eine der besonderen singulären Richtung parallele Ebene und als Verschiebungsrichtung die zu derselben Richtung senkrechte nimmt.

Durch diese Sätze erwirbt die ausgeführte Ableitung der regulären Raumtheilungen I. Ordnung die erwünschte Allgemeinheit.

17. Jetzt stellen wir die Frage auf, ob Systeme möglich sind, in welchen die Raumeinheiten verschiedenartig orientirt sind?

Auch jetzt können wir in allgemeinster Weise die Deckoperation irgend zweier Einheiten des Systems so auffassen, dass dieselbe aus 2 Theiloperationen besteht: 1. eine Drehung um eine bestimmte Axe um den Winkel α und 2. eine einfache Translation.

Dazu kann noch eine Spiegelung kommen.

Ohne die Betrachtungen des § 15 I. Theil zu wiederholen, können wir jetzt direct den Schluss angeben, dass die erste Theiloperation eine der Symmetrieaxe entsprechende Drehung ist. Dieselbe mit Translation combinirt, giebt eine Schraubenaxe als ein Symmetrieelement[1]).

Auch jetzt sind Symmetrieelemente von verschiedener Bedeutung unterschieden, und zu allererst diejenigen, welche in den Raumeinheiten explicit sind, von denjenigen, welche als Elemente der Verbandsymmetrie auftreten.

Als explicite Symmetrieelemente können Symmetrieaxen, Symmetrieebenen und Elemente der zusammengesetzten Symmetrie auftreten, keineswegs aber Schraubenaxen und Gleitebenen.

Aber dieselben Symmetrieelemente, welche explicit vorkommen, können auch als Elemente der Verbandsymmetrie auftreten. Solche Symmetrieelemente werden als peripherische bezeichnet.

18. Da die Anzahl der möglichen Orientirungen der Raumeinheiten eine endliche ist, so müssen unter denselben auch gleichorientirte vorkommen.

Nehmen wir eine solche z. B. die nächstliegende in Betracht, so finden wir, dass dadurch schon eine unendlich congruente Reihe mit bestimmter Richtung und Strecke bestimmt wird; dann ergibt von sich selbst, dass die Gesammtheit gleichorientirter Raumeinheiten ein Raumgitter bildet; somit können wir auch für solche Systeme die für Systeme I. Ordnung gefassten Schlüsse anwenden; also finden wir, dass diese Systeme nur mit den oben angegebenen 32 Symmetriearten verträglich sind, welche sich ihrerseits zu 6 Syngoniearten gruppiren.

---

[1]) Leider sind bis jetzt in der Symmetrielehre solche Schraubenaxen von den allgemeinen Schraubenaxen nicht durch ein besonderes Fachwort unterschieden. Dies ist nur desswegen zulässig, weil in der Symmetrielehre, ebenso wie in der Lehre von der regulären Raumtheilung nur solche besondere Schraubenaxen zu berücksichtigen sind.

19. Wählen wir in einer Raumeinheit einen beliebigen, aber im Innern derselben befindlichen Punkt aus, so erhalten wir zuerst bei der Annahme der expliciten Symmetriegrösse s eben diese Anzahl der im Innern enthaltenen Punkte. Sämmtliche Deckbewegungen des Systems, welche ausschliesslich durch Symmetrieelemente vertreten sind (§ 17), bedingen eine unendliche Anzahl solcher Punktgruppen, welche, zusammengenommen, ein regelmässiges Punktsystem bilden.

Wären Punkte vorhanden, deren analoge Punkte in ihrer Gesammtheit ein Raumgitter gebildet hätten (Hauptpunkte), so hätten wir schliessen können, dass diese Punkte für die Centra des Paralleloëders genommen werden könnten, und dann wäre eine Raumeinheit, einzeln genommen oder in einer bestimmten Gruppe, als ein (der Form nach) primäres oder secundäres Paralleloëder aufzufassen. Wie aber dies zu beweisen für den allgemeinsten Fall nicht gelungen ist, so ist auch die Möglichkeit der Annahme nicht ausgeschlossen, dass dies auch nicht der Fall sein kann. Aber selbst dann kann das System so aufgefasst werden, als ob es aus lauter Einheiten bestünde, welche sämmtlich parallel orientirt sind, wobei aber jede einzelne Raumeinheit nicht mit einem einfachen Paralleloëder identisch ist, sondern eine vereinigte Anzahl derselben darstellt d. h. ein zusammengesetztes Paralleloëder ist.

20. Die aufgestellte Frage kann dadurch gelöst werden, dass man eine erschöpfende Darstellung der Systeme ausführt, deren Einheiten einfache Paralleloëder sind, und auf diese Weise eine Anzahl regelmässiger Punktsysteme reproducirt, und dann das gefundene Resultat mit der auf anderem Wege ausgeführten erschöpfenden Darstellung der regelmässigen Punktsysteme vergleicht. Würden die beiden Resultate zusammenfallen, so sollte es heissen, dass auch die regulären Raumtheilungen erschöpfend dargestellt worden sind; damit wird aber zugleich der Beweis geliefert, dass sämmtliche regelmässigen Punktsysteme auch als particulärer Fall die Hauptpunktsysteme enthalten. Sonst sind die Systeme vorhanden, ohne in sich Hauptpunkte zu enthalten.

Besondere Anmerkung. Der Bestimmtheit wegen sind folgende Betrachtungen zu berücksichtigen.

Da in jedem jetzt in Betracht kommenden System die (der Form nach) einfachen Paralleloëder verschieden orientirt sind, so sind dieselben streng genommen keine Paralleloëder mehr. Nur eine Gruppe derselben, in welcher je ein Paralleloëder jeder Orientirung vertreten ist, kann in strengem Sinne des Wortes als solches betrachtet werden. Die einzelnen Raumeinheiten sind nur als die integrirenden Theile eines Paralleloëders anzusehen, und solche, durch Symmetrieelemente unter einander verbundenen Raumfiguren pflegt man als Stereoëder zu bezeichnen. Wenn dabei dieselben explicite Symmetrie besitzen, so können sie in noch kleinere Figuren getheilt werden. Nennen wir die letzteren die einfachen Stereoëder, so sind die elementaren Raumeinheiten des Systems die zusammengesetzten Stereoëder.

Für die die Hauptpunkte enthaltenden Systeme sind also die zusammengesetzten Stereoëder der Form nach auch die Paralleloëder, und die eigentlichen Paralleloëder sind der Form nach die zusammengesetzten Paralleloëder.

Für die die Hauptpunkte nicht enthaltenden Systeme, wenn solche überhaupt vorhanden sind, sind sogar die eigentlichen Stereoëder der Form nach die zusammengesetzten Paralleloëder.

21. Das Resultat aller dieser Betrachtungen ist, dass man zu einer erschöpfenden Darstellung aller typischen Systeme mit Hauptpunkten kommt, wenn man alle Symmetriearten, eine nach der anderen, berücksichtigt und für jede derselben zum Ausgangspunkt die dazu gehörenden Typen des Paralleloëders I. Ordnung herauswählt, aber denselben eine geringere explicite Symmetrie zuerkennt, und zwar alle diejenigen Symmetriearten, welche derjenigen der I. Ordnung untergeordnet sind, und die frei bleibenden Symmetrieelemente als Elemente der Verbandsymmetrie auffasst.

Auch jetzt wird die Symmetriegrösse in zwei Factoren zerlegt: die der expliciten und die der Verbandsymmetrie, deren Product gleich ist der Symmetriegrösse des Systems.

Die Symmetriegrösse der Verbandsymmetrie ist zugleich der Anzahl der Orientirungen der Einheiten des Systems gleich. Im besonderen Falle der asymmetrischen Einheiten ist diese Anzahl zugleich die Symmetriegrösse des Systems.

22. Jedes solche System kann also durch das Paralleloëder und dessen Orientirungen in den anliegenden Raumeinheiten eindeutig und streng bestimmt werden. Ist das Paralleloëder asymmetrisch, so kann die Orientirung der anliegenden Einheiten durch eine einzige Operation bestimmt werden, und zwar entweder a) durch einfache Translation oder b) durch ein Element der Verbandssymmetrie. Die letzte Operation wird durch eine einzige charakteristische Zahl angegeben, und zwar eine Zahl, welche der bezüglichen Grenzfläche angehört. Die Angabe der einfachen Translation kann einfach durch die Abwesenheit einer solchen charakteristischen Zahl geschehen.

Die Systeme wollen wir in solche von verschiedenen Ordnungen gruppiren, je nach der Anzahl der verschiedenen Orientirungen der Einheiten, also nach der Symmetriegrösse der Verbandsymmetrie.

23. Die Darstellung der Systeme wollen wir in der Reihenfolge der Ordnungen ausführen, aber zugleich in der Ordnung der Paralleloëder, und zwar zuerst die Triparalleloëder, dann die Hexa- und Heptaparalleloëder und zuletzt die Tetraparalleloëder berücksichtigen.

Jedesmal ist dem Untersuchungsgang die Auffindung der Ableitungsformen vorauszuschicken. Diese Auffindung wird auch hier erschöpfend ausgeführt, wenn man in der Reihe der absoluten Entfernung verschiedene Einheiten als die nächstliegenden gleich orientirten annimmt.

Jede solche Annahme giebt uns sofort eine bestimmte Reihe mit der ihr zugeordneten Richtung und Strecke. Ist diese Richtung keine singuläre, so erhalten wir wenigstens zwei gleiche Reihen, und hiermit ein ebenes Netz gleich orientirter Raumeinheiten. Ist die Anzahl gleicher Richtungen grösser als zwei, so erhalten wir wenigstens drei bestimmte Reihen und somit wird uns ein gewisses Raumgitter bestimmt.

Für zwei gleiche Richtungen ist aber eine andere Annahme nöthig, um das Raumgitter zu bestimmen. Die Anzahl der zulässigen Ableitungsformen wird dadurch vergrössert.

Sind die angenommenen Richtungen singuläre, so stellt sich den zulässigen Annahmen noch ein viel weiteres Gebiet, indem die Anzahl bis auf drei steigt.

Jedenfalls sind auch hier die beiden folgenden Sätze giltig: a) die Aufsuchung der Ableitungsformen ist eine Syngonie- und nicht eine Symmetriefrage[1]), und b) die

---

[1]) Speciell für hexagonale Syngonie sind auch Hyposyngoniegruppen zu berücksichtigen.

Ableitungsformen der höheren Syngoniearten für jeden Paralleloëdertypus und jede gegebene Ordnungszahl des Systems stehen unter denjenigen der niederen Syngoniearten.

Die Ableitungsformen der monoklinen Syngonie stehen unter denen der triklinen, der rhombischen Syngonie unter denen der monoklinen, der tetragonalen und hexagonalen unter denen der rhombischen, und der kubischen Syngonie unter denen der tetragonalen und hexagonalen Syngonie.

24. Ist eine Ableitungsform ermittelt worden, so werden dadurch bestimmte Relationen in der Orientirung verschiedener Einheiten bedingt. Dabei sind aber auch individuelle Eigenschaften der auftretenden Symmetrieelemente in Betracht zu ziehen. Diese Eigenschaften lassen sich auf Grund der Sätze § 13 I. Theil und deren Ergänzungen § 15 II. Theil entwickeln.

Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass alle Systeme überhaupt als solche I. Ordnung, aber durch Symmetrieelemente ungesättigte aufgefasst werden können. Theoretisch genommen liegt stets die Möglichkeit vor, diese Sättigung zu vollbringen, d. h. den Einheiten die Symmetrieelemente des Systems explicit beizufügen, und dann kommt das System I. Ordnung zu Stande; in Folge dessen pflegt man solche Systeme auch als symmorphe zu bezeichnen. Auf Grund dessen können wir aber schliessen, dass in jedem hierzu gehörenden, also ungesättigten System sämmtliche Arten der Symmetrieelemente nur dieselbe relative Lage annehmen können, welche ihnen in den Systemen I. Ordnung zukommt. Also z. B. eine 6-zählige Schraubenaxe kann nur centrale Lage besitzen, und dabei ausschliesslich beim Tetraparalleloëder, da dieselbe als eine 6-zählige Symmetrieaxe aufzufassen sei (verbunden mit der Translation), und solcher kommt eine bestimmte Lage zu; 6-zählige Schraubenaxen in den symmorphen Systemen fehlen vollständig.

Auch 4- und 3-zählige Symmetrieaxen ausser expliciter Form können auch als peripherische auftreten, aber die erste nur im Tri-, die letzte im Tetraparalleloëder. Im Hexa- und Heptaparalleloëder kann die erste Axe ausschliesslich in der Form einer Schraubenaxe (mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{2}$, um so mehr mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{4}$) vorkommen; dasselbe gilt für die 3-zählige Axe u. s. f.

Da aber die Aufzählung der möglichen Lagen der einzelnen Symmetrieelemente in den Paralleloëdern aller Art viel Raum gefordert hätte, so soll jetzt nur darauf aufmerksam gemacht werden, in jedem besonderen Falle diesen Standpunkt nicht zu vernachlässigen, da die Lagen sämmtlicher Symmetrieelemente in den symmorphen Systemen leicht zu berücksichtigen ist[1]).

Der besondere Fall ist, wenn wenigstens zwei Symmetrieelemente sich in einem Punkte, Symmetriecentrum, schneiden. Das ist für sämmtliche Symmetriearten ausser 1, 3, 4, 9, 10, 16, 17, 21 und 22 der Fall. Die Symmetriecentra erweisen sich als peripherische, wenn keine in ihnen sich schneidenden expliciten Symmetrieelemente in das Innere einer Raumeinheit eindringen (und gehen dann nothwendig durch das Centrum des primären Paralleloëders); ist aber dies für ein Element der Fall, so sind die Symmetriecentra halbperipherische.

---

[1]) Diese Frage wurde in dem I. Theile der Theorie der Krystallstructur ausführlich besprochen (Groth's Zeitschrift für Krystallographie, Bd. 25, S. 150 ff.).

25. Unter den Elementen der Verbandsymmetrie sind ausser den peripherischen noch die centralen und die schneidenden zu unterscheiden.

Die centralen Elemente der Verbandsymmetrie sind diejenigen, welche durch das Centrum des primären Paralleloëders hindurchgehen. Dazu gehören die Schraubenaxen und die Gleitebenen.

Dieselben Symmetrieelemente können aber auch als schneidende auftreten und zwar wenn sie durch das Centrum nicht hindurchgehen, aber die ihnen entsprechenden charakteristischen Zahlen als solche auf den Grenzflächen auftreten.

Die Anwesenheit solcher Symmetrieelemente ist mit besonderen Relationen der Raumeinheiten verbunden.

Ein centrales, durch zwei auf entgegengesetzt liegenden Flächen durch charakteristische Zahlen bestimmtes Element der Verbandsymmetrie bedingt eindeutig eine Colonne II. Ordnung. Diese Colonnen sind immer phanerotopische, da die entgegengesetzt liegenden charakteristischen Zahlen dieselben sind. Dieselben Symmetrieelemente können aber auch in den Colonnen kryptotopisch auftreten, indem die diesen Colonnen zugeordneten charakteristischen Zahlen zwei verschiedene sind, also verschiedene Arten von Symmetrieelementen ausdrücken, aber das resultirende Symmetrieelement ein centrales ist, und durch die Zahlen nicht angezeigt wird.

Die schneidenden Symmetrieelemente bedingen direct und eindeutig eine Reihe I. Ordnung, wenn die bezüglichen Grenzflächen nicht anliegende sind; sind dieselben anliegende, so bestimmen solche Symmetrieelemente eine Colonne I. Ordnung, welche aber der gegebenen Raumeinheit nicht angehört.

Die Möglichkeit des Vorkommens solcher Symmetrieelemente wird also durch die gegebene Ableitungsform bedingt, und solche Symmetrieelemente sind in erster Linie zu berücksichtigen. Diese Möglichkeit ist durch die Gleichheit zweier charakteristischer Zahlen und durch relative Lage der bezüglichen Grenzflächen bedingt. Sind keine zwei charakteristischen Zahlen gleich, so sind alle betrachteten Symmetrieelemente ausgeschlossen, und dann bleibt nur noch die Möglichkeit des Auftretens der peripherischen Elemente zu berücksichtigen.

26. Jetzt wenden wir uns zur Behandlung der Aufgabe der vollständigen Aufsuchung der Systeme höherer Ordnung.

Ein solches System wird eindeutig und streng bestimmt, wenn ein Paralleloëder mit den allen seinen Grenzflächen zukommenden charakteristischen Zahlen auftritt. Nun sind aber nicht diese sämmtlichen Zahlen von einander unabhängig, und zu allererst entsteht die Frage, welche Zahlen zur Bestimmung des Systems nothwendig und hinreichend sind.

Denken wir uns das System in lauter parallele und anliegende ebene Netze getheilt. Es wird sofort ersichtlich, dass die Bestimmung der Orientirung der der gegebenen Einheit anliegenden und dabei den beiden anliegenden ebenen Netzen zugehörenden Einheiten hinreichend ist.

In Folge der dreidimensionalen Eigenschaft des Raumes ist aber die Bestimmung wenigstens dreier Colonnen nothwendig.

Daraus folgt, dass die aufgestellte Aufgabe dann aufgelöst wird, wenn wir das System in solche ebene Netze theilen würden, deren drei und drei Einheiten der gegebenen anliegend sind.

Diesen beiden aufgestellten Bedingungen entsprechen die in den Figuren 12—15 (S. 497) durch die Buchstaben *abc* angezeigten Flächen; dabei werden auch die entgegengesetzt liegenden a', b' und c' mit verstanden werden.

Es bleibt also übrig, sämmtliche Systeme dadurch zu charakterisiren, dass man $\frac{a}{a'}$, $\frac{b}{b'}$, $\frac{c}{c'}$ bestimmten Symmetriezahlen gleich macht.

Es muss sogleich hervorgehoben werden, dass speciell für das Hexaparalleloëder ein besonderer Fall vorkommt, in welchem die Angabe der Verbandsymmetrieelemente für a, b und c nicht genügend ist zum eindeutigen Bestimmen des Systems. Das ist nämlich der Fall, in welchem die Angabe zweier Elemente, z. B. b und c, überhaupt nicht genügt (Systeme IV. und VIII. Ordnung), aber dabei die Orientirung der Einheiten b und c eine solche ist, dass ihr gegenseitiges Verbandsymmetrieelement 5 ist, dessen Lage in Bezug auf die Grenzfläche a peripherisch ist; folglich $a = 5$, und das System bleibt unbestimmt. Für diesen speciellen Fall können wir ausnahmsweise eine andere Grenzfläche, z. B. d, auswählen.

27. Es sind Systeme möglich, welche für sämmtliche Colonnen phanerotopisch sind. Solche Systeme wollen wir als phanerotopische bezeichnen, im Gegensatz zu denjenigen, in welchen auch kryptotopische Colonnen vorkommen, und welche wir desswegen als kryptotopische Systeme bezeichnen.

Nun ist es einleuchtend, dass für die Bestimmung der phanerotopischen Systeme hinreichend ist, nur die Zahlen a, b und c bestimmten Symmetriezahlen gleich zu setzen; für die kryptotopischen Systeme ist aber nothwendig, die Zahlenpaare $\frac{a}{a'}$, $\frac{b}{b'}$, $\frac{c}{c'}$ sämmtlich oder theilweise zu berücksichtigen. Dadurch wird zugleich ersichtlich gemacht, welche von den drei das System bestimmenden Colonnen die phanerotopischen sind.

28. Ist ein Paar Grenzflächen vorhanden, deren charakteristische Zahl gleich 1 ist (welche nicht aufgestellt wird) d. h. die auf die Translation als Deckoperation hinweisen, so ist hiermit eine Colonne I. Ordnung bestimmt und dann kann das ganze System als aus lauter solchen parallelen Colonnen bestehend betrachtet werden. Solche Systeme wollen wir Colonnensysteme nennen und ihr Symbol durch den Buchstaben c anmerken. Natürlich sind solche Systeme nur dann möglich, wenn die Colonne die singuläre Richtung hat.

Sind wenigstens zwei Paar solcher Flächen vorhanden, so entstehen zwei Colonnen I. Ordnung, aber verschiedener Richtung, und dieselben bestimmen eine Schicht I. Ordnung. Dann ist das System als aus lauter parallelen Schichten I. Ordnung bestehend aufzufassen. Solche Systeme wollen wir als Schichtsysteme bezeichnen und ihrem Symbol den Buchstaben s beigeben. Dieselben sind nur dann möglich, wenn die Schichtebene singulär ist.

Endlich kann der Fall vorkommen, bei welchem drei Paar solcher Flächen vorhanden sind, und trotzdem das System noch nicht dasjenige I. Ordnung ist. Dieser Fall ist aber ausschliesslich für Systeme der Heptaparalleloëder möglich, und zwar nur dann, wenn die bezüglichen Flächen diejenigen sind, durch welche die gegebene Raumeinheit den Raumeinheiten einer Schicht anliegend ist, welche selbst aber nicht die nächst anliegende ist. In dem primären Heptaparalleloëder sind diese Flächen die Vierecke. In diesem Falle stellt das System zwei in einander gestellte Raumgitter dar, deren Raumeinheiten aber verschieden

orientirt sind. Solche Systeme sind also nothwendig Systeme II. Ordnung. Wir wollen dieselben als Gittersysteme bezeichnen und ihrem Symbol den Buchstaben g beigeben.

29. Es ist selbstverständlich, dass die Aufsuchung der phanerotopischen Systeme viel einfacher vor sich geht, als die der kryptotopischen.

Für die letzteren sind folgende Sätze zu berücksichtigen.

1. Satz. Tritt eine 2-zählige Schraubenaxe singulärer Richtung oder eine singuläre Gleitebene mit singulärer Gleitrichtung central als ein Element der Verbandsymmetrie auf, so sind die senkrechten Colonnen höchstens II. Ordnung und die senkrechten Reihen nothwendiger Weise I. Ordnung.

Der Satz lässt sich ganz analog dem Satze § 25, I. Theil beweisen, indem man sich eine der gegebenen anliegenden Raumeinheit A vorstellt und dieselbe der dem gegebenen central liegenden Symmetrieelement entsprechenden Deckoperation unterwirft. Dann erhält man eine andere Einheit B. Unterwirft man die letztere der analogen Operation, aber in Bezug auf das in derselben central auftretende Symmetrieelement und dabei in entgegengesetzter Richtung, so kommt man zu einer neuen Einheit C, welche mit A gleich orientirt ist und mit derselben in einer und derselben Colonne resp. Reihe liegt. Die Colonne ist also höchstens II. Ordnung, und die Reihe nothwendig I. Ordnung.

Der Satz gilt natürlich da, wo das Symmetrieelement kryptotopisch ist, ebenso wie da, wo dasselbe phanerotopisch auftritt (in letzterem Falle ist es also ein centrales Element der Verbandsymmetrie). Da aber eine 2-zählige Symmetrieaxe zugleich eine Schraubenaxe ist, und eine Symmetrieebene zugleich eine Gleitebene ist, so ist derselbe Satz auch dann giltig, wenn diese Symmetrieelemente explicit auftreten.

Derselbe Satz ist ebenfalls für die 4-zähligen und 6-zähligen Symmetrie- und Schraubenaxen giltig, da dieselben auch zugleich 2-zählige sind.

2. Satz. Tritt eine 4-zählige polare (d. h. rechte oder linke) Axe central auf, und enthalten dabei alle Raumeinheiten Schraubenaxen von einem und demselben Windungssinn, so sind die zu ihnen senkrechten Schichten höchstens II. Ordnung und die ebenen Netze nothwendig I. Ordnung.

Der Beweis dieses Satzes ist dem des vorigen ganz analog.

Da aber die 4-zählige Symmetrieaxe zugleich Schraubenaxe mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{2}$ ist, und die letzte zugleich als eine polare Axe mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{4}$ anzusehen ist, so gilt der Satz auch für diese Axen.

Natürlich ist aber bei dieser Auffassung für 4-zählige Symmetrieaxe die Decktranslation in ihrer Richtung 4 Mal und für 4-zählige Schraubenaxe mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{2}$ 2 Mal kürzer als die Decktranslationsgrösse in der Richtung der polaren Schraubenaxe anzunehmen.

Ist der Windungssinn der der gegebenen Raumeinheit anliegenden Raumeinheit A der direct entgegengesetzte, so erhalten wir nach dem Ausführen der elementaren Deckoperation um die centrale Schraubenaxe eine Einheit B, welche mit A denselben Windungssinn, also den der gegebenen entgegengesetzten besitzt. Es folgt daraus, dass die Einheit C, welche aus B durch die Deckoperation um die in B central auftretende Axe in entgegengesetzter Richtung zu Stande kommt, nicht dieselbe Orientirung wie A besitzt, sondern sich aus derselben durch Drehung um die 2-zählige Axe erhalten lässt.

30. Speciell für die kryptotopischen Colonnen sind noch folgende Sätze giltig.

Tritt eine, einer kryptotopischen Colonne parallele, 2-zählige Schraubenaxe singulärer Richtung oder eine singuläre Gleitebene mit singulärer Gleitrichtung central und kryptotopisch auf, so kann keine der gegebenen anliegende Einheit dieselbe Orientirung mit den der Colonne angehörenden anliegenden Einheiten besitzen; ausgenommen wird der Fall der monoklinen Syngonie mit kryptotopischer Gleitebene in Bezug auf die Einheiten, welche mit der gegebenen diese Ebene gemeinsam haben.

In dem letzten Ausnahmefalle allein erhalten wir auf Grund der entgegengesetzten Annahme eine singuläre Reihe I. Ordnung. Für sämmtliche übrigen Fälle ist diese Reihe keine singuläre; also entsteht in allen diesen Fällen ein ebenes Netz I. Ordnung, und diesem Netze würden auch die beiden der Colonne angehörenden und der gegebenen Einheit anliegenden Einheiten zukommen; die Colonne würde somit keineswegs kryptotopisch sein.

Für die der gegebenen anliegenden und dabei, zusammen mit der gegebenen, der zur kryptotopischen Colonne senkrechten Colonne angehörenden Raumeinheiten ist ganz zulässig, ihnen die gleiche Orientirung mit derjenigen Einheit zuzusprechen, welche der kryptotopischen Colonne angehört, aber der gegebenen Einheit nicht anliegend ist. Diese Orientirung würde durch die Drehung um die 2-zählige Axe oder Spiegelung in der Symmetrieebene bestimmt werden.

Ganz Analoges gilt für die kryptotopischen Colonnen, in welchen eine 4-zählige polare Axe (d. h. eine rechte oder eine linke) central und kryptotopisch auftritt. Die der gegebenen Einheit anliegenden und den in Bezug auf die kryptotopische Colonne senkrechten Colonnen angehörenden Raumeinheiten können nicht mit den der kryptotopischen Colonne angehörenden Einheiten gleiche Orientirung besitzen, diejenigen ausgenommen, deren Orientirung durch Drehung um eine 2-zählige Axe aus der gegebenen hervorgeht.

31. Wenn die Raumeinheiten explicit symmetrisch sind, so kommen folgende Fälle in Betracht.

Entweder a) ist die explicite Symmetrie der Verbandsymmetrie untergeordnet.

Ist dies der Fall, so wird die Ordnung im Vergleich mit der Ordnung der Systeme, in welchen die Verbandsymmetrie dieselbe ist, aber die Einheiten asymmetrisch sind, um so viele Male geringer, als Einheiten in der Symmetriegrösse enthalten sind. Dadurch ist das Auffinden solcher Systeme vereinfacht.

Oder b) die Elemente der expliciten Symmetrie sind von denjenigen der Verbandsymmetrie unabhängig. In diesem Falle bleibt auch bei derselben Verbandsymmetrie die Ordnung der Systeme dieselbe. Solche Systeme lassen sich auch aus den entsprechenden asymmetrischen durch einfache Einschaltung der betreffenden Symmetrieelemente ableiten.

Bei dieser Einschaltung ist aber stets zu berücksichtigen, ob die Lage der Elemente der Verbandsymmetrie diese Operation zulässt.

32. Speciell für die Systeme der hexagonalen Syngonie tritt als Element der Verbandsymmetrie in den zur Hauptaxe senkrechten Schichten allein die 3-zählige Symmetrieaxe auf und zwar ist dies lediglich für Tetraparalleloëdersysteme der Fall. Würde es möglich sein, ein 2-zähliges Symmetrieelement als ein Element der Verbandsymmetrie einzuführen, so wären die Schichten II. Ordnung gewesen, was aber unmöglich ist (§ 33, I. Theil), da der Ableitungsform gemäss nur Schichten III. und IV. Ordnung möglich sind. Wird der 3-zähligen peripherischen Symmetrieaxe die singuläre Symmetrieebene hinzugefügt, so wird

dadurch dieselbe explicit eingeführt, und die Ableitungsform, folglich die Ordnung des Systems bleibt dieselbe. Folglich kann die 6-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie I. Art nicht als Element der Verbandsymmetrie der Schichten auftreten.

Da aber das Inversionscentrum der 3-zähligen Symmetrieaxe nicht hinzugefügt werden kann, so kann auch die 6-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie I. Art nicht als eben solches Symmetrieelement auftreten.

Da auch die 6-zählige Symmetrieaxe ebenfalls als Element der Verbandsymmetrie der Schichten nicht auftreten kann, so ist aus alledem der Schluss zu ziehen, dass sämmtliche Systeme der Symmetriearten 18, 20, 21, 22, 24, 25 und 27 (d. h. Systeme, in welchen 6-zählige Deckaxen oder 6-zählige Axen der zusammengesetzten Symmetrie 1. Art auftreten) Schichtsysteme sind.

33. Jetzt verfolgen wir den Ableitungsgang der Systeme II. und höherer Ordnung.

Diese Aufsuchung beginnt mit den Triparalleloëdersystemen; ihnen folgen die Hexa- und Heptaparalleloëder und zuletzt die Tetraparalleloëder. Dabei folgt diese Untersuchung der Reihenfolge der Ordnungen, für jede Ordnung der Reihe der Symmetriearten, und für jede Symmetrieart der Reihe der entsprechenden Typen I. Ordnung.

Die Resultate sind in der Tabelle V zusammengestellt, welche 8 Columnen enthält. In der 1. Columne wird die Ableitungsform angegeben, in der 2. die Symmetrieart, in der 3. die Symmetriegrösse, in der 4. sind die Nummern der Systeme für jede Symmetrieart besonders angezeigt, in der 5. ist der Typus des Systems I. Ordnung angegeben, die Columnen 6 und 7 enthalten die charakteristischen Symmetriezahlen, die erstere für die explicite und die letztere für die Verbandsymmetrie; endlich die 8. Columne enthält das Symbol des gefundenen Systems.

34. Es ist ganz offenbar, dass für die Systeme der triklinen Syngonie nur drei Ableitungsformen zulässig sind, und zwar $a11$, $1aa$ und aaa, d. h. solche, in welchen zwei resp. eine resp. keine von den Grenzflächenpaaren mit Decktranslation verbunden ist. Diesen Ableitungsformen entspricht ein Schicht-, ein Colonnensystem und ein individuelles System. Für die trikline Syngonie sind lediglich drei diesen Formen entsprechende Systeme möglich.

35. Für die monokline Syngonie sind dieselben Formen giltig. Auf Grund der Principien der Lehre von der scheinbaren Symmetrie sind aber für die Typen 2 III, 1χ III und 2χ III je zwei Varietäten der ersten und der zweiten Form zulässig, also zusammen je fünf Systeme, während für die Typen 3 III, $1\chi'$ III und 3χ III nur je eine Variation von jeder Form zulässig ist, also nur je drei Systeme.

Für die 5. Symmetrieart sind aber noch die untergeordneten Symmetriearten und zwar die 2., 3. und 4. berücksichtigt. In Folge dessen erhalten wir für diese Symmetrieart $3 \times 5 + 3 \times 3 = 24$ Systeme.

36. Für die 6. und andere Symmetriearten der rhombischen Syngonie gelten dieselben Ableitungsformen, aber für manche Typen wird vom Standpunkte der scheinbaren Symmetrie die Anzahl der Varitäten grösser angenommen werden müssen. Für den Typus 2φ III mit expliciter Symmetrie 12 sind jetzt $1a1$ von $11a$ und $aa1$ von $a1a$ zu unterscheiden. Dadurch wird die Anzahl der Varietäten bis auf 7 vergrössert. Von demselben Standpunkte aus kann ein und dasselbe explicite Symmetrieelement auf verschiedene Weise

hinzugefügt werden. Für den Typus 5 III sind die Symmetrieaxen 4′ und 8′ der Lage nach von 5 zu unterscheiden, wenn auch die Axen 4′ und 8′ unter einander gleichwerthig sind. Für den Typus 3φ III sind wieder die Symmetrieebenen 1′ und 4 ungleichwerthig.

Hier kommt ein besonderer Fall vor, indem einer und derselben Symmetrieart, einem und demselben Grundtypus 4 III zwei verschiedene Systeme angehören, welchen eigentlich ein und dasselbe Symbol $5\,(2\,\mathrm{III}_4)^c$ zukommt, da auch die beiden zu Grunde liegenden Punktsysteme sich als identische erweisen und zwar als das Punktsystem 5 (Taf. IV). Die Systeme müssen aber verschieden sein, da ihnen verschiedene Varietäten der Ableitungsformen und zwar $1aa$ und $aa1$ entsprechen. Die Verschiedenheit dieser Varietäten ist aber aus der Lage der expliciten Symmetrieaxe 5 ersichtlich. Die Verschiedenheit kommt dadurch zum Ausdruck, dass in dem ersten die besondere Symmetrieaxe des Systems (welche sich mit den anderen nicht schneidet) explicit vorkommt, während in dem zweiten dieselbe Axe eine peripherische ist (der Grenzfläche b zugeordnet). Um diese Verschiedenheit zum Ausdruck kommen zu lassen, ist dem Symbol des zweiten Systems ein Apostroph beigegeben.

37. Für die Systeme der tetragonalen Syngonie behalten dieselben drei Ableitungsformen ihre Giltigkeit, welche aber in Folge der Anwesenheit der 4-zähligen Deckaxen nur in drei typischen Varietäten vorkommen, und zwar $a11$, $1aa$ und aaa.

Für die vollständige Darstellung der Systeme bleiben nur die Grundtypen und untergeordnete Symmetriearten zu berücksichtigen. Vom Standpunkte der Lehre über scheinbare Symmetrie sind aber solche explicite Symmetriearten wie 1256 und 1458 u. dgl. von einander zu unterscheiden.

38. Für die Systeme der hexagonalen Syngonie ist eine einzige Ableitungsform aaa giltig.

Hier werden auch nicht alle Symmetriearten vertreten und zwar a) weil nicht für sämmtliche Symmetriearten die Grundtypen überhaupt vorhanden sind, sondern lediglich für Symmetriearten der trigonalen Hyposyngonie, b) speciell für die 16. Symmetrieart fehlen die hierzu gehörenden Systeme einfach desswegen, weil unter den Symmetrieelementen keine 2-zähligen vorkommen. Aus diesem Grunde muss die 3-zählige Symmetrieaxe explicit auftreten. Dadurch lassen sich die untergeordneten Symmetriearten bestimmen.

39. Auch für die Systeme der kubischen Syngonie ist allein die Ableitungsform aaa giltig; auch hier muss die 3-zählige Symmetrieaxe explicit auftreten. In Folge dessen lassen sich die charakteristischen Zahlen der Verbandsymmetrie (ebenso wie die expliciten) kürzer anzeigen, wie darauf im § 11 hingewiesen wurde.

40. Systeme III. Ordnung sind nur dann möglich, wenn 3-zählige Deckaxen vorhanden sind. Da aber für Triparalleloëder 3-zählige Symmetrieaxen keinenfalls als Elemente der Verbandsymmetrie auftreten können, so bleiben lediglich die polaren 3-zähligen Schraubenaxen zulässig. In einem und demselben System können dann niemals polare Axen von entgegengesetztem Sinne auftreten, da Kraft der Sätze § 15 die resultirenden Symmetrieelemente 3-zählige Symmetrieaxen sein würden, welche aber hier ausgeschlossen sind.

Die einzige hier zulässige Ableitungsform ist $\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$, wo a und a' verschiedene Zahlen sind. Die Zähler dieser Ausdrücke sind nothwendiger Weise die gleichen, gemäss der Annahme, dass 3-zählige Deckaxen vorkommen. Solche Systeme können also aus lauter

parallelen ebenen Netzen I. Ordnung bestehen, welche zu den Deckaxen senkrecht sind. Daraus folgt, dass solche Systeme für die kubische Syngonie unzulässig sind.

Es bleibt also allein die hexagonale Syngonie zu berücksichtigen, und zwar die Symmetriearten der trigonalen Hyposyngonie.

Die 16. Symmetrieart ist offenbar zulässig, indem hier als Verbandsymmetrieelemente rechte resp. linke 3-zählige Axen auftreten. Die Lage dieser Axen kann leicht auf Grund des Ergänzungssatzes § 15 ermittelt werden, indem man sich zuerst eine explicite 3-zählige Symmetrieaxe denkt, und dann dem Satze gemäss die resultirende Axe der ihr zukommenden elementaren, rechten oder linken Drehung mit der Translation aufsucht. Für die Axen von entgegengesetztem Windungssinn werden auf diese Weise verschiedene Lagen gefunden. Für die rechten Axen findet man den Schnittpunkt einer Axe mit den Flächen a und c (Fig. 18), indem man auf der rechten Mittelkante der Fläche a den Mittelpunkt e durch Gerade mit den Scheitelpunkten A verbindet, und dann bestimmen die Schnittpunkte d und d' dieser Geraden Ae mit den horizontalen Diagonalen der Flächen die Lage einer rechten 3-zähligen Schraubenaxe. Für die linken Axen wird eine analoge Construction gelten mit dem einzigen Unterschied, dass man dazu den Punkt e auf der linken Mittelkante auswählt (Fig. 19).

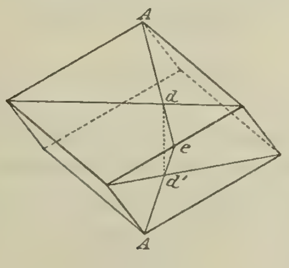


Fig. 18.

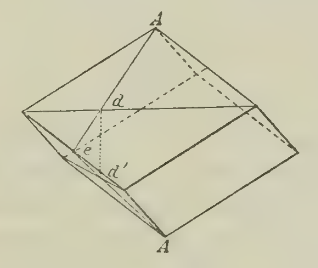


Fig. 19.

Unter anderen Symmetriearten sind nur diejenigen zulässig, deren Systeme aus den eben beschriebenen zwei Systemen sich durch Hinzufügung der expliciten Symmetrieelemente ableiten lassen (§ 31). Da aber in diesen Systemen lediglich die polaren Axen mit einem Windungssinn auftreten, so ist die Hinzufügung der Elemente der geraden Symmetrie (Symmetrieebenen, Gleitebenen, zusammengesetzte Symmetrie) ausgeschlossen.

Es bleibt allein die Hinzufügung der 2-zähligen Symmetrieaxen möglich, was der 19. Symmetrieart entspricht. Die Anwendung der Betrachtungen des § 31 kann den directen Beweis für die Möglichkeit der betreffenden zwei Systeme beibringen. Sämmtliche anderen Annahmen sind unzulässig.

41. Die Systeme IV. Ordnung sind nur dann möglich, wenn die Symmetriegrösse durch eine Zahl $4n$ ausgedrückt werden kann, wo n eine ganze Zahl, inclusive der Einheit, ist. Die niedrigste hierzu gehörende Syngonie ist die monokline, und zwar die 5. Symmetrieart.

Dazu gehören folgende Ableitungsformen: Für phanerotopische Systeme erhalten wir $1ab$ (resp. $ab1$ u. dgl.), wo a und b verschiedene Zahlen sind, abb (resp. aab u. dgl.) und endlich abc, wo abc drei Zahlen bedeuten, welche zwar verschieden, aber nicht unabhängig sind, da sonst dieselben sich sämmtlich auf 2-zählige Symmetrieelemente beziehen würden und wir ein System VIII. Ordnung erhalten hätten; für die Systeme IV. Ordnung muss ein z. B. a

entsprechendes Symmetrieelement in Bezug auf die durch b und c ausgedrückten Symmetrieelemente das resultirende Symmetrieelement sein.

Für kryptotopische Systeme erhalten wir $\frac{a}{a'}$; 1; 1, $\frac{a}{a'}$; $\frac{a}{a'}$; 1, $\frac{a}{a'}$; $\frac{a}{a'}$; $\frac{a}{a'}$, $\frac{a}{a'}$; b; 1, $\frac{a}{a'}$; b; b, $\frac{a}{a'}$; a; b, $\frac{a}{a'}$; $\frac{a}{a'}$; b, wo stets zwischen 3 Zahlen a, a' und b die eben angedeutete Relation besteht.

Hierzu gehören nur zwei Grundtypen 2χ III und 3χ III.

Wenn man den Standpunkt der scheinbaren Symmetrie berücksichtigt, so unterscheidet man für den ersten Typus $1ab$ von $ab1$, abb von aab, $\frac{a}{a'}11$ von $1\frac{b}{b'}1$, $\frac{a}{a'}b1$ von $1\frac{b}{b'}c$ und von $a\frac{b}{b'}1$, $\frac{a}{a'}bb$ von $a\frac{b}{b'}a$; die Ableitungsformen $\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}1$ und $\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}b$ sind aber für denselben unmöglich (1. Satz, § 29).

Für den zweiten Typus sind aber die Ableitungsformen $1ab$, abc, $\frac{a}{a'}b1$, $a\frac{b}{b'}b$ unmöglich, da die Richtungen zweier Colonnen nicht die singulären sind, und speciell die zwei letzten in Folge davon, dass unter drei zu Gebote stehenden Symmetrieelementen zwei derselben als schneidende Verbandsymmetrieelemente auftreten und desshalb die Gleichheit zweier charakteristischer Zahlen bewirken.

Alles dies berücksichtigt, wollen wir für jede Ableitungsform die entsprechenden charakteristischen Zahlen einführen.

Das, was in den vorigen Systemen ganz ausnahmsweise auftrat, und zwar die Erscheinung der Systeme mit gleichen Symbolen, ist jetzt als ein gewöhnlicher Fall zu bezeichnen. Jedes Mal wird aber die Verschiedenheit der Systeme durch Verschiedenheit der Varietäten der Ableitungsformen bewiesen.

42. Für die Systeme der rhombischen Syngonie sind dieselben Ableitungsformen giltig, so dass bei der Aufsuchung nur die bezüglichen Elemente der Verbandsymmetrie zu berücksichtigen und das Princip der scheinbaren Symmetrie nicht ausser Acht zu lassen sind.

Speciell für die 8. Symmetrieart ist noch die explicite Symmetrie untergeordneter Symmetriearten einzuführen. Mit der Einführung des Inversionscentrums fallen von selbst kryptotopische Ableitungsformen weg.

43. Bei der Aufsuchung der Systeme der tetragonalen Syngonie sind zwar die Ableitungsformen dieselben, aber es kommt ein besonderer Umstand hinzu, indem die charakteristischen Zahlen 3 und 7, ebenso wie 3′ und 7′ immer unter einander verbunden auftreten, da schon eine dieser Zahlen die Lage des 4-zähligen Symmetrieelementes eindeutig bestimmt. Wenn $a = 3$, so muss $a' = 7$, wenn $b = 3$, so muss $c = 7$ sein; wenn $b = 3'$, so ist $c = 7'$, wenn $a = 3'$, so müssen die Zahlen 3′ und 7′ vereinigt auftreten, und 5 tritt dann explicit auf.

Nimmt man in Rücksicht, dass für die Systeme IV. Ordnung sämmtliche charakteristische Symmetriezahlen sich in 4 Gruppen sondern, von denen eine die explicite Symmetrie ausdrückt, und nur drei andere Gruppen zu Gebote stehen, so findet man leicht, dass nur dann zwei solche Gruppen, welche weder 3, 7 noch 3′, 7′ enthalten, entstehen können, wenn diese Zahlen vereinigt in einer Gruppe enthalten sind. Das ist ja aber wieder nur dann der Fall, wenn 5 explicit auftritt.

Von diesem Fall abgesehen, sind nur zwei Annahmen zulässig: a) entweder $a = 3$ (oder 7), dann haben wir ein System mit lauter polaren Axen in centraler Lage und es sind die Sätze § 29 zu Hilfe zu nehmen, b) oder $b = 3$, $c = 7$ (auch $b = 3'$, $c = 7'$); dann ist eine Schicht IV. Ordnung bestimmt, und nur ist die Auswahl der anderen Elemente der Verbandsymmetrie dadurch beschränkt, dass die ihnen entsprechenden Deckoperationen die peripherischen 4-zähligen Symmetrieaxen zur Deckung bringen müssen.

Treten die beiden Zahlen vereinigt auf, so erhalten wir für die Systeme die analogen Einschränkungen. Treten endlich diese Zahlen gar nicht auf, so ist das der Fall der peripherischen 4-zähligen Schraubenaxe mit der Deckschiebung $\frac{\lambda}{2}$, und wir erhalten wieder die analogen Beschränkungen in der Auswahl der übrigen Symmetrieelemente.

Für die hierzu gehörenden Systeme ist die Annahme der der singulären Ebene parallelen kryptotopischen Colonnen ausgeschlossen, da wir derselben gemäss Schichten von mindestens VIII. Ordnung erhalten hätten, was für diese Systeme unzulässig ist.

44. Für die Systeme der hexagonalen Syngonie ist unentbehrlich die 3-zählige Symmetrieaxe explicit anzunehmen. Die Symmetriegrösse würde dann wenigstens 12 enthalten, was allein für die 20. Symmetrieart der Fall ist (unter den Systemen der trigonalen Hyposyngonie). Die einzige zulässige Ableitungsform ist $\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$. Demgemäss lässt sich ein einziges System auffinden.

Uebrigens kann sich dasselbe System aus dem monoklinen System (5. Symmetrieart) $3\,\chi\,1\,(1\,\mathrm{III}_3)'_{4/5'}$ durch Einführung der expliciten 3-zähligen Symmetrieaxe ableiten lassen.

45. Da auch in den Systemen der kubischen Syngonie die 3-zählige Symmetrieaxe nothwendiger Weise explicit auftritt, so sind dieselben aus denjenigen abzuleiten, denen die einzige hier zulässige Ableitungsform $a\,a_1\,a_2$ (resp. $a\,b\,c$) angehört und deren Symmetrieart sich aus dieser durch Verschwindenlassen der 3-zähligen Symmetrieaxe ergiebt. Also sind für die 28. Symmetrieart die Systeme 8, 9 und 10 der 6. Symmetrieart, für die 29. Symmetrieart die Systeme 8, 9, 10 der 8., für die 30. Symmetrieart die Systeme 11 und 12 der 14., für die 31. Symmetrieart die Systeme 15 und 16 der 13. und für die 32. Symmetrieart die Systeme 9 und 10 der 15. Symmetrieart zu berücksichtigen, und zwar der Prüfung zu unterziehen, ob die Einführung der 3-zähligen Symmetrieaxe explicit zulässig ist.

Nun ist leicht zu constatiren, dass dies wirklich für die Systeme $6\,(1\,\mathrm{III}_4)$, $5\,(1\,\mathrm{III}_4)$, $6\,\chi\,(1\,\pi\,\mathrm{III}_4)$, $3\,(\chi\,3)\,(1\,\pi\,\mathrm{III}_4)$, $6\,\delta\,(1\,\chi'\,\mathrm{III})'$, $11\,(3\,\mathrm{III})$, $11\,\chi\,1\,(3\,\chi\,\mathrm{III})$ der Fall ist. Auf diese Weise erhalten wir die aufgestellten Systeme.

46. Es ist offenbar, dass die Systeme VI. Ordnung nur dann möglich sind, wenn die 3-zählige Deckaxe nicht explicit, sondern als ein Element der Verbandsymmetrie, also in der Form polarer Schraubenaxen auftritt. Dabei ist aber die gerade Symmetrie ausgeschlossen. Folglich sind solche Systeme für eine einzige Symmetrieart und zwar die 19. zulässig. Da aber für die hexagonale Syngonie überhaupt nur die Ableitungsform $\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$ zulässig ist, so können die Schraubenaxen nicht in der der schneidenden Symmetrieelemente vorkommen, sondern nur in versteckter Form. Als Symmetrieelemente des Verbandes treten jetzt die 2-zähligen Deckaxen, und zwar theils als peripherische, theils als schneidende auf.

Auf Grund dieser Betrachtungen findet man die aufgestellten Systeme.

47. Für die Systeme VIII. Ordnung muss die Symmetriegrösse wenigstens 8 betragen, oder eine vielfache Zahl davon sein. Die niedrigste hierzu gehörende Syngonie ist die rhombische und zwar die 8. Symmetrieart.

Die einzige Ableitungsform der phanerotopischen Systeme ist abc, wo abc charakteristische Zahlen sind, welche sämmtlich unabhängige Symmetrieelemente ausdrücken, d. h. kein von einem dieser Zahlen ausgedrücktes Symmetrieelement kann ein resultirendes der beiden anderen sein. Von beiden hierzu gehörenden Grundtypen 4χ III und 5χ III kann dies nur für den ersteren der Fall sein, da für den zweiten solche drei Symmetrieelemente fehlen, welche zugleich verschieden sind und von welchen keines zugleich ein schneidendes ist; dies ist nämlich für die besondere Schicht der Fall, deren Colonnen nicht singulär sind; für diese Schichten als Elemente der Verbandsymmetrie können nur 5' und 5 als die peripherischen, und 1' als das centrale dieser Bedingung genügen. Die Annahme zweier von diesen Elementen würde aber die Annahme eines jeden unabhängigen dritten Elementes der Verbandsymmetrie ausschliessen. Diesem Typus würden somit lediglich kryptotopische Systeme entsprechen.

Für eine singuläre kryptotopische Colonne, z. B. die Colonne $\frac{a}{a'}$, sind die Symmetrieelemente 5, 2 und 6, als centrale Verbandsymmetrieelemente, ausgeschlossen (diese Elemente treten central nur in versteckter Form auf, d. h. kryptotopisch); es sind also nur die Combinationen $\frac{2'}{6'}$, $\frac{5'}{1'}$, $\frac{5'}{2'}$, $\frac{1'}{2'}$ zulässig; in allen tritt central kryptotopisch ein Symmetrieelement (Schraubenaxe resp. Gleitebene) auf, und dann sind Kraft des 1. Satzes, § 29, die übrigen Colonnen phanerotopische.

Wenn aber eine nicht singuläre Colonne kryptotopisch ist, so sind die beiden gleichwerthigen Colonnen kryptotopisch, und dies ist speciell für den Typus 5χ III der Fall. Da aber hier nothwendiger Weise die schneidenden Elemente der Verbandsymmetrie auftreten, so sind die zu entgegengesetzten Grenzflächen gehörenden nothwendiger Weise die centralen, d. h. 5' oder 5.

Für die Systeme 1. Art erhalten wir als Ableitungsformen $\frac{a}{a'} b\, 1$, wo b von a und a' unabhängig ist, oder $\frac{a}{a'} b\, c$, wo c von a, a' und b nicht unabhängig zu sein braucht (was übrigens unmöglich ist) und sogar mit b gleich sein kann, aber keineswegs mit a oder a' (§ 30).

Für die Systeme 2. Art erhalten wir die Ableitungsform $a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$, wo a von b und b' unabhängig ist.

Bei der Anwendung der angegebenen Principien entsteht uns nämlich bei der Aufsuchung der Systeme abc eine specielle Schwierigkeit in Anbetracht der von dem Standpunkte der scheinbaren Symmetrie aufgestellten Forderungen, da sämmtliche drei Colonnen in dieser Hinsicht gleichwerthig sind. Diese Schwierigkeiten werden durch die Anwendung einer speciellen Anordnung der Aufsuchung beseitigt. Zuerst nimmt man als Elemente der Verbandsymmetrie die Symmetrieebenen (1) sämmtlich an, dann folgen Systeme mit nur zwei peripherischen Symmetrieebenen (2, 3), weiter diejenigen mit einer einzigen Symmetrieebene (4, 5, 6, 7, 8, 9), endlich die Systeme mit Inversionscentrum, aber ohne Symmetrieebenen (10, 11, 12, 13). Nun werden auch die Gleitebenen eingeführt, und zwar zuerst

eine Symmetrieebene und zwei Gleitebenen (14), weiter eine Symmetrieebene und eine Gleitebene (15, 16, 17) und endlich das Inversionscentrum mit einer Gleitebene (18, 19, 20, 21, 22, 23). Somit ist die Ableitung sämmtlicher Systeme erschöpft, in welchen Symmetrieebenen und Inversionscentrum vorkommen. Nun bleiben die Systeme mit Deckaxen und Gleitebenen allein aufzusuchen. Demgemäss werden zuerst das System mit drei Gleitebenen (24), die Systeme mit zwei Gleitebenen (25, 26, 27) und die mit einer einzigen Gleitebene (28, 29, 30, 31, 32, 33) aufgesucht. Auf diese Weise können wir uns vergewissern, dass dabei weder ein System übersehen ist, noch zwei der Systeme identisch seien.

48. Unter den Systemen der tetragonalen Syngonie giebt es auch phanerotopische mit der Ableitungsform abc, aber hier kann a weder 3, 7 noch 3', 7' in sich enthalten; wäre dies der Fall, so würde die Einführung eines einzigen Elementes der Verbandsymmetrie das ganze System eindeutig bestimmen, und dann das System IV. Ordnung zu Stande kommen.

Sind die Systeme kryptotopisch, so sind diejenigen mit der kryptotopischen Colonne singulärer Richtung von denjenigen mit kryptotopischen Schichten zu unterscheiden. Für die ersteren gelten als die Ableitungsformen $\frac{a}{a'}bb$ und $\frac{a}{a'}bc$, wo natürlich b nicht unabhängig von c ist, da schon allein zwei erste Glieder dieser Form das System vollständig bestimmen. Für die letzteren gelten die Ableitungsformen $a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$, wo b, c die Zahlen 3, 7 resp. 3', 7' in sich enthalten.

Hier treten aber zuerst die Colonnen VIII. Ordnung auf. Dies ist nur möglich, wenn die polaren 4-zähligen Schraubenaxen kryptotopisch auftreten. Für solche Systeme gelten die Ableitungsformen $\frac{a}{a'}11$ und $\frac{a}{a'}bb$, wo a, a' keine Elemente der geraden Symmetrie sein können, also nur 2', 4', 6', 8' bezeichnen. Die erste von diesen Formen gehört den Systemen mit Schraubenaxe eines und desselben Windungssinnes, die zweite den Systemen mit Axen von verschiedenem Windungssinne an. Ueberhaupt ist dies nur für die 13. Symmetrieart der Fall.

Die Systeme der 15. Symmetrieart lassen sich aus den vorigen ableiten durch einfaches Einführen der Elemente der expliciten Symmetrie. Das ist aber für die Systeme nicht der Fall, wo 5 explicit auftritt, da wir für dieselben eine explicite Symmetrie besitzen, welche der Verbandsymmetrie untergeordnet ist. Diese Systeme können phanerotopische nicht sein, da wir sonst die Systeme IV. Ordnung erhalten hätten; dem 1. Satze § 29 zu Folge können aber die singulären Schichten dieser Systeme keine kryptotopische Colonnen enthalten. Es bleiben also die Formen $\frac{a}{a'}bb$ oder $\frac{a}{a'}bc$ allein zulässig. Hier sind für a und a' centrale Elemente der Verbandsymmetrie ausgeschlossen, also peripherische allein zulässig. Für b wären die centralen Symmetrieelemente singulärer Richtung ausgeschlossen, und zwar auf Grund des 1. Satzes, § 29, aber für die Gleitebene 1' ist dies nicht der Fall, da die ihr zukommende Gleitrichtung keine singuläre ist. Auch nicht singuläre horizontale Schraubenaxen sind nur dann zulässig, wenn sie für die Glieder der kryptotopischen Colonne keine neue Verbandsymmetrieelemente mit sich einführen[1]).

---

[1]) Was die Systeme (15) $(1\,III)_r^s$, (17) $(1\,III)_r$ u. a. betrifft, in welchen mehr als zweizählige polare Schraubenaxen kryptotopisch auftreten, so erleiden für dieselben die Sätze § 23 in ihrer Anwendung eine Modification. Die Sache ist aber so einfach, dass es vielleicht ganz genügend ist, darauf hinzuweisen.

49. Was die Systeme der kubischen Syngonie betrifft, so sind die der 28. Symmetrieart von vornherein ausgeschlossen, die der 29. aus den Systemen der 8., die der 30. aus denen der 14., die der 31. aus denen der 13. und die der 32. aus denen der 15. Symmetrieart auszuwählen, und zwar unter denjenigen, welche die Einführung der 3-zähligen Symmetrieaxe zulassen, welche nothwendiger Weise explicit auftritt. Daraus folgt zuerst, dass kryptotopische Systeme von vornherein auszuschliessen sind. Aus den Systemen der 8. Symmetrieart bleiben die Systeme 1 und 24 zu berücksichtigen, da sich sämmtliche übrigen Systeme durch verschiedenartige Elemente der Verbandsymmetrie auszeichnen. Aus den Systemen der 14. Symmetrieart sind allein 1. und 2., aus den Systemen der 13. Symmetrieart 1. und 2. zu berücksichtigen; endlich lassen sich die Systeme der 32. Symmetrieart aus den vorigen durch Hinzufügung der Symmetrieelemente 5′, 8 und 4′ ableiten.

50. Die Möglichkeit des Auftretens der Systeme XVI. Ordnung ist von vornherein auf die 15. und 32. Symmetrieart beschränkt. Die Systeme der letzteren, wenn dieselben überhaupt vorhanden sind, würden sich von den ersteren ableiten lassen.

Der Definition dieser Systeme zu Folge ist es unmöglich unter ihnen phanerotopische zu treffen, da solche höchstens VIII. Ordnung wären. Hier haben wir also wieder diejenigen mit der kryptotopischen singulären Colonne und die mit der phanerotopischen Colonne zu unterscheiden. Den ersteren liegen die Ableitungsformen $\frac{a}{a'}bc$ und $\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$ zu Grunde. Der Gang der Ableitung besteht darin, für a und a' die zulässigen charakteristischen Zahlen aufzufinden und dann eine zulässige Zahl für b aufzustellen; sämmtliche andere Zahlen werden von selbst gefunden, da dieselben von den ersteren abhängig sind.

Die vier letzten sind diejenigen besonderen Systeme, in welchen in der Richtung der singulären Colonne polare 4-zählige Schraubenaxen kryptotopisch auftreten, also VIII. Ordnung sind.

Aus der auf diese Weise dargestellten Liste der Systeme XVI. Ordnung ist leicht zu ersehen, dass die 3-zählige Symmetrieaxe sich nicht explicit einschalten lässt. Daraus ist zu folgern, dass die Systeme dieser Ordnung für die kubische Syngonie nicht existieren.

IV. Triparalleloëdersysteme II. und höherer Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
					Triparalleloëdersysteme II. Ordnung.		
					I. Trikline Syngonie.		
$a11$	2	2	1	1π III	1	$a = 5'$	1π (1 III)^s
$1aa$	2	2	2	1π III	1	$a = 5'$	1π (1 III)^c
aaa	2	2	3	1π III	1	$a = 5'$	1π (1 III)

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	

II. Monokline Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a11$	3	2	1	2 III	1	$a = 5$	$(1)(1\,III_2)^s$
$1a1$	3	2	2	„	1	$a = 5$	$2(1\,III_2)^s$
$1aa$	3	2	3	„	1	$a = 5$	$2(1\,III_2)^c$
aaa	3	2	4	„	1	$a = 5$	$3(1\,III_2)$
$aa1$	3	2	5	„	1	$a = 5$	$3(1\,III_2)^c$
$a11$	3	2	6	3 III	1	$a = 4$	$3(1\,III_3)^s$
$1aa$	3	2	7	„	1	$a = 4$	$(1)\,1\,III_3)^c$
aaa	3	2	8	„	1	$a = 4$	$3(1\,III_3)$
$a11$	4	2	1	1χ III	1	$a = 1'$	$1\chi(1\,III_2)^s$
$1a1$	4	2	2	„	1	$a = 1'$	$1\chi 1(1\,III_2)^s$
$1aa$	4	2	3	„	1	$a = 1'$	$1\chi 1(1\,III_2)^c$
$aa1$	4	2	4	„	1	$a = 1'$	$1\chi'(1\,III_2)^c$
aaa	4	2	5	„	1	$a = 1'$	$1\chi'(1\,III_2)$
$a11$	4	2	6	$1\chi'$ III	1	$a = 8$	$1\chi' 1(1\,III_3)^s$
$1aa$	4	2	7	„	1	$a = 8$	$1\chi 1(1\,III_3)^c$
aaa	4	2	8	„	1	$a = 8$	$1\chi' 1(1\,III_3)$
$a11$	5	4	1	2χ III	$1\,5'$	$a = 1'5$	$1(\chi 1)(1\pi\,III_2)^s$
$1a1$	5	4	2	„	$1\,5'$	$a = 1'5$	$2\chi 1(1\pi\,III_2)^s$
$1aa$	5	4	3	„	$1\,5'$	$a = 1'5$	$2\chi 1(1\pi\,III_2)^c$
$aa1$	5	4	4	„	$1\,5'$	$a = 1'5$	$3\chi(1\pi\,III_2)^c$
aaa	5	4	5	„	$1\,5'$	$a = 1'5$	$3\chi(1\pi\,III_2)$
$a11$	5	4	6	„	$1\,5$	$a = 1'5'$	$2\chi(2\,III_2)^s$
$1a1$	5	4	7	„	$1\,5$	$a = 1'5'$	$2\chi 1(2\,III_2)^s$
$1aa$	5	4	8	„	$1\,5$	$a = 1'5'$	$2\chi 1(2\,III_2)^c$
$aa1$	5	4	9	„	$1\,5$	$a = 1'5'$	$3\chi(2\,III_2)^c$
aaa	5	4	10	„	$1\,5$	$a = 1'5'$	$3\chi(2\,III_2)$
$a11$	5	4	11	„	$1\,1'$	$a = 5\,5'$	$1(\chi 1)(1\chi\,III_2)^s$
$1a1$	5	4	12	„	$1\,1'$	$a = 5\,5'$	$2\chi(1\chi\,III_2)^s$
$1aa$	5	4	13	„	$1\,1'$	$a = 5\,5'$	$2\chi(1\chi\,III_2)^c$
$aa1$	5	4	14	„	$1\,1'$	$a = 5\,5'$	$3\chi(1\chi\,III_2)^c$
aaa	5	4	15	„	$1\,1'$	$a = 5\,5'$	$3\chi(1\chi\,III_2)$
$a11$	5	4	16	3χ III	$1\,5'$	$a = 4'8$	$3\chi 1(1\pi\,III_3)^s$
$1aa$	5	4	17	„	$1\,5'$	$a = 4'8$	$1(\chi 2)(1\pi\,III_3)^c$
aaa	5	4	18	„	$1\,5'$	$a = 4'8$	$3\chi 1(1\pi\,III)$
$a11$	5	4	19	„	$1\,4'$	$a = 5'8$	$3\chi 1(3\,III_3)^s$
$1aa$	5	4	20	„	$1\,4'$	$a = 5'8$	$2\chi 1(3\,III_3)^c$
aaa	5	4	21	„	$1\,4'$	$a = 5'8$	$3\chi 1(3\,III_3)$
$a11$	5	4	22	„	$1\,8$	$a = 4'5'$	$3\chi(1\chi'\,III_3)^s$
$1aa$	5	4	23	„	$1\,8$	$a = 4'5'$	$1(\chi 1)(1\chi'\,III_3)^c$
aaa	5	4	24	„	$1\,8$	$a = 4'5'$	$3\chi(1\chi'\,III_3)$

III. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a11$	6	4	1	4 III	$1\,5$	$a = 2'6'$	$4(2\,III_4)^s$
$1aa$	6	4	2	„	$1\,5$	$a = 2'6'$	$5(2\,III_4)^c$
aaa	6	4	3	„	$1\,5$	$a = 2'6'$	$7(2\,III_4)$
$1a1$	6	4	4	„	$1\,5$	$a = 2'6'$	$(3)(2\,III_4)^s$
$aa1$	6	4	5	„	$1\,5$	$a = 2'6'$	$5(2\,III_4)^{c'}$
$a11$	6	4	6	5 III	$1\,5$	$a = 4'8'$	$5(2\,III_5)^s$
$1aa$	6	4	7	„	$1\,5$	$a = 4'8'$	$(2)(2\,III)^c$
aaa	6	4	8	„	$1\,5$	$a = 4'8'$	$6(2\,III_5)$
$a11$	6	4	9	„	$1\,4'$	$a = 5\,8'$	$(4)(3\,III_5)^s$
$1aa$	6	4	10	„	$1\,4'$	$a = 5\,8'$	$(3)(3\,III_5)^c$
aaa	6	4	11	„	$1\,4'$	$a = 5\,8'$	$(5)(3\,III_5)$
$a11$	7	4	1	2φ III	$1\,5$	$a = 2\,6$	$2\varphi 1(2\,III_4)^s$
$1a1$	7	4	2	„	$1\,5$	$a = 2\,6$	$2\varphi 2(2\,III_4)^s$

Ab-leitungs-form	Sym-metrie-art	Sym-metrie-grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
1aa	7	4	3	2φ III	1 5	$a = 2\,6$	$2\varphi' (2\,III_4)^c$
aa1	7	4	4	„	1 5	$a = 2\,6$	$3\varphi\,1\,(2\,III_4)^c$
aaa	7	4	5	„	1 5	$a = 2\,6$	$3\varphi'' (2\,III_4)$
a11	7	4	6	„	1 2	$a = 5\,6$	$1\,(\varphi\,1)\,(1\chi\,III_4)^s$
1a1	7	4	7	„	1 2	$a = 5\,6$	$2\varphi\,2\,(1\chi\,III_4)^s$
11a	7	4	8	„	1 2	$a = 5\,6$	$2\varphi\,(1\chi\,III_4)^s$
1aa	7	4	9	„	1 2	$a = 5\,6$	$2\varphi' (1\chi\,III_4)^c$
aa1	7	4	10	„	1 2	$a = 5\,6$	$3\varphi\,1\,(1\chi\,III_4)^c$
a1a	7	4	11	„	1 2	$a = 5\,6$	$3\varphi\,(1\chi\,III_4)^c$
aaa	7	4	12	„	1 2	$a = 5\,6$	$3\varphi'' (1\chi\,III_4)$
a11	7	4	13	$2\varphi'$ III	1 5	$a = 4\,8$	$2\varphi'\,1\,(2\,III_5)^s$
1aa	7	4	14	„	1 5	$a = 4\,8$	$2\varphi\,5\,(2\,III_5)^c$
aaa	7	4	15	„	1 5	$a = 4\,8$	$3\varphi'\,2\,(2\,III_5)$
a11	7	4	16	„	1 8	$a = 4\,5$	$1\,(\varphi\,5)\,(1\chi'\,III_5)^s$
1aa	7	4	17	„	1 8	$a = 4\,5$	$2\varphi\,2\,(1\chi'\,III_5)^c$
aaa	7	4	18	„	1 8	$a = 4\,5$	$3\varphi'\,1\,(1\chi'\,III_5)$
a11	7	4	19	3φ III	1 4′	$a = 1'\,4$	$3\varphi\,2\,(3\,III_5)^s$
1aa	7	4	20	„	1 4′	$a = 1'\,4$	$2\varphi\,3\,(3\,III_5)^c$
aaa	7	4	21	„	1 4′	$a = 1'\,4$	$3\varphi'\,1\,(3\,III_5)$
a11	7	4	22	„	1 1′	$a = 4\,4'$	$3\varphi\,2\,(1\chi\,III_5)^s$
1aa	7	4	23	„	1 1′	$a = 4\,4'$	$1\,(\varphi\,1)\,(1\chi\,III_5)^c$
aaa	7	4	24	„	1 1′	$a = 4\,4'$	$3\varphi'\,1\,(1\chi\,III_5)$
a11	7	4	25	„	1 4	$a = 1'\,4'$	$3\varphi\,(1\chi'\,III_5)^s$
1aa	7	4	26	„	1 4	$a = 1'\,4'$	$1\,(\varphi\,2)\,(1\chi'\,III_5)^c$
aaa	7	4	27	„	1 4	$a = 1'\,4'$	$3\varphi'\,(1\chi'\,III_5)$
a11	8	8	1	4χ III	1 1′ 5 5′	$a = 2\,2'\,6\,6'$	$4\chi\,1\,(2\chi\,III_4)^s$
1a1	8	8	2	„	1 1′ 5 5′	$a = 2\,2'\,6\,6'$	$3\,(\chi\,1)\,(2\chi\,III_4)^s$
1aa	8	8	3	„	1 1′ 5 5′	$a = 2\,2'\,6\,6'$	$5\chi\,(2\chi\,III_4)^c$
aa1	8	8	4	„	1 1′ 5 5′	$a = 2\,2'\,6\,6'$	$5\chi\,2\,(2\chi\,III_4)^c$
aaa	8	8	5	„	1 1′ 5 5′	$a = 2\,2'\,6\,6'$	$7\chi\,(2\chi\,III_4)$
a11	8	8	6	„	1 2′ 5 6′	$a = 1'\,2\,5'\,6$	$4\chi\,1\,(4\,III_4)^s$
1aa	8	8	7	„	1 2′ 5 6′	$a = 1'\,2\,5'\,6$	$5\chi\,2\,(4\,III_4)^c$
aaa	8	8	8	„	1 2′ 5 6′	$a = 1'\,2\,5'\,6$	$7\chi\,(4\,III_4)$
a11	8	8	9	„	1 2 5 6	$a = 1'\,2'\,5'\,6'$	$4\chi\,(2\varphi\,III_4)^s$
1a1	8	8	10	„	1 2 5 6	$a = 1'\,2'\,5'\,6'$	$3\,(\chi\,1)\,(2\varphi\,III_4)^s$
1aa	8	8	11	„	1 2 5 6	$a = 1'\,2'\,5'\,6'$	$5\chi\,2\,(2\varphi\,III_4)^c$
aa1	8	8	12	„	1 2 5 6	$a = 1'\,2'\,5'\,6'$	$5\chi\,(2\varphi\,III_4)^c$
aaa	8	8	13	„	1 2 5 6	$a = 1'\,2'\,5'\,6'$	$7\chi\,(2\varphi\,III_4)$
a11	8	8	14	5χ III	1 1′ 5 5′	$a = 4\,4'\,8\,8'$	$5\chi\,1\,(2\chi\,III_5)^s$
1aa	8	8	15	„	1 1′ 5 5′	$a = 4\,4'\,8\,8'$	$2\,(\chi\,1)\,(2\chi\,III_5)^c$
aaa	8	8	16	„	1 1′ 5 5′	$a = 4\,4'\,8\,8'$	$6\chi\,1\,(2\chi\,III_5)$
a11	8	8	17	„	1 4′ 5′ 8	$a = 1'\,4\,5\,8'$	$4\,(\chi\,1)\,(3\chi\,III_5)^s$
1aa	8	8	18	„	1 4′ 5′ 8	$a = 1'\,4\,5\,8'$	$3\,(\chi\,2)\,(3\chi\,III_5)^c$
aaa	8	8	19	„	1 4′ 5′ 8	$a = 1'\,4\,5\,8'$	$5\,(\chi\,1)\,(3\chi\,III_5)$
a11	8	8	20	„	1 4′ 5 8′	$a = 1'\,4\,5'\,8$	$5\chi\,1\,(5\,III_5)^s$
1aa	8	8	21	„	1 4′ 5 8′	$a = 1'\,4\,5'\,8$	$4\chi\,2\,(5\,III_5)^c$
aaa	8	8	22	„	1 4′ 5 8′	$a = 1'\,4\,5'\,8$	$6\chi\,1\,(5\,III_5)$
a11	8	8	23	„	1 4 5 8	$a = 1'\,4'\,5'\,8'$	$5\chi\,(3\varphi'\,III_5)^s$
1aa	8	8	24	„	1 4 5 8	$a = 1'\,4'\,5'\,8'$	$2\,(\chi\,3)\,(3\varphi'\,III_5)^c$
aaa	8	8	25	„	1 4 5 8	$a = 1'\,4'\,5'\,8'$	$6\chi\,(3\varphi'\,III_5)$
a11	8	8	26	„	1 1′ 4 4′	$a = 5\,5'\,8\,8'$	$4\,(\chi\,1)\,(3\varphi\,III_5)^s$
1aa	8	8	27	„	1 1′ 4 4′	$a = 5\,5'\,8\,8'$	$3\,(\chi\,1)\,(3\varphi\,III_5)^c$
aaa	8	8	28	„	1 1′ 4 4′	$a = 5\,5'\,8\,8'$	$5\,(\chi\,1)\,(3\varphi\,III_5)$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	

IV. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
*a*11	9	4	1	8 III	1 5	$a = 3\,7$	$(6)\,(2\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	9	4	2	„	1 5	$a = 3\,7$	$8\,(2\,\mathrm{III})^c$
aaa	9	4	3	„	1 5	$a = 3\,7$	$9\,(2\,\mathrm{III})$
*a*11	10	8	1	8φ III	1 3 5 7	$a = 2\,4\,6\,8$	$8\varphi 1\,(8\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	10	8	2	„	1 3 5 7	$a = 2\,4\,6\,8$	$8\varphi 2\,(8\,\mathrm{III})^c$
aaa	10	8	3	„	1 3 5 7	$a = 2\,4\,6\,8$	$9\varphi 1\,(8\,\mathrm{III})$
*a*11	10	8	4	„	1 2 5 6	$a = 3\,4\,7\,8$	$6\,(\varphi 1)\,(2\varphi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	10	8	5	„	1 2 5 6	$a = 3\,4\,7\,8$	$8\varphi 2\,(2\varphi\,\mathrm{III})^c$
aaa	10	8	6	„	1 2 5 6	$a = 3\,4\,7\,8$	$9\varphi 1\,(2\varphi\,\mathrm{III})$
*a*11	10	8	7	„	1 4 5 8	$a = 2\,3\,6\,7$	$6\,(\varphi 2)\,(2\varphi'\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	10	8	8	„	1 4 5 8	$a = 2\,3\,6\,7$	$8\varphi\,(2\varphi'\,\mathrm{III})^c$
aaa	10	8	9	„	1 4 5 8	$a = 2\,3\,6\,7$	$9\varphi\,(2\varphi'\,\mathrm{III})$
*a*11	11	4	1	2π III	1 5	$a = 3'\,7'$	$2\pi\,(2\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	11	4	2	„	1 5	$a = 3'\,7'$	$2\pi\,(2\,\mathrm{III})^c$
aaa	11	4	3	„	1 5	$a = 3'\,7'$	$3\pi\,(2\,\mathrm{III})$
*a*11	12	8	1	8χ III	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 3\,3'\,7\,7'$	$6\,(\chi 1)\,(2\chi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	12	8	2	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 3\,3'\,7\,7'$	$8\chi\,(2\chi\,\mathrm{III})^c$
aaa	12	8	3	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 3\,3'\,7\,7'$	$9\chi\,(2\chi\,\mathrm{III})$
*a*11	12	8	4	„	1 3 5 7	$a = 1'\,3'\,5'\,7'$	$8\chi\,(8\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	12	8	5	„	1 3 5 7	$a = 1'\,3'\,5'\,7'$	$8\chi 1\,(8\,\mathrm{III})^c$
aaa	12	8	6	„	1 3 5 7	$a = 1'\,3'\,5'\,7'$	$9\chi\,(8\,\mathrm{III})$
*a*11	12	8	7	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 1'\,3\,5'\,7$	$6\,(\chi 1)\,(2\pi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	12	8	8	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 1'\,3\,5'\,7$	$8\chi 1\,(2\pi\,\mathrm{III})^c$
aaa	12	8	9	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 1'\,3\,5'\,7$	$9\chi\,(2\pi\,\mathrm{III})$
*a*11	13	8	1	10 III	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3\,4'\,7\,8'$	$(8)\,(4\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	13	8	2	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3\,4'\,7\,8'$	$(7)\,(4\,\mathrm{III})^c$
aaa	13	8	3	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3\,4'\,7\,8'$	$11\,(4\,\mathrm{III})$
*a*11	13	8	4	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2'\,3\,6'\,7$	$(8)\,(5\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	13	8	5	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2'\,3\,6'\,7$	$10\,(5\,\mathrm{III})^c$
aaa	13	8	6	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2'\,3\,6'\,7$	$11\,(5\,\mathrm{III})$
*a*11	13	8	7	„	1 3 5 7	$a = 2'\,4'\,6'\,8'$	$10\,(8\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	13	8	8	„	1 3 5 7	$a = 2'\,4'\,6'\,8'$	$(7)\,(8\,\mathrm{III})^c$
aaa	13	8	9	„	1 3 5 7	$a = 2'\,4'\,6'\,8'$	$11\,(8\,\mathrm{III})$
*a*11	14	8	1	4δ III	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3'\,4\,7'\,8$	$4\delta 1\,(4\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	14	8	2	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3'\,4\,7'\,8$	$5\delta 2\,(4\,\mathrm{III})^c$
aaa	14	8	3	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3'\,4\,7'\,8$	$7\delta 1\,(4\,\mathrm{III})$
*a*11	14	8	4	„	1 4 5 8	$a = 2'\,3'\,6'\,7'$	$4\delta\,(3\varphi'\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	14	8	5	„	1 4 5 8	$a = 2'\,3'\,6'\,7'$	$5\delta\,(3\varphi'\,\mathrm{III})^c$
aaa	14	8	6	„	1 4 5 8	$a = 2'\,3'\,6'\,7'$	$7\delta\,(3\varphi'\,\mathrm{III})$
*a*11	14	8	7	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 2'\,4\,6'\,8$	$4\delta 1\,(2\pi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	14	8	8	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 2'\,4\,6'\,8$	$5\delta 2\,(2\pi\,\mathrm{III})^c$
aaa	14	8	9	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 2'\,4\,6'\,8$	$7\delta 1\,(2\pi\,\mathrm{III})$
*a*11	14	8	10	5δ III	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2\,3'\,6\,7'$	$5\delta 1\,(5\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	14	8	11	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2\,3'\,6\,7'$	$4\delta\,(5\,\mathrm{III})^c$
aaa	14	8	12	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2\,3'\,6\,7'$	$6\delta\,(5\,\mathrm{III})$
*a*11	14	8	13	„	1 2 5 6	$a = 3'\,4'\,7'\,8'$	$5\delta\,(2\varphi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	14	8	14	„	1 2 5 6	$a = 3'\,4'\,7'\,8'$	$2\,(\delta 1)\,(2\varphi\,\mathrm{III})^c$
aaa	14	8	15	„	1 2 5 6	$a = 3'\,4'\,7'\,8'$	$6\delta\,(2\varphi\,\mathrm{III})$
*a*11	14	8	16	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 2\,4'\,6\,8'$	$5\delta 1\,(2\pi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	14	8	17	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 2\,4'\,6\,8'$	$2\,(\delta 1)\,(2\pi\,\mathrm{III})^c$
aaa	14	8	18	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a = 2\,4'\,6\,8'$	$6\delta\,(2\pi\,\mathrm{III})$
*a*11	15	16	1	10χ III	$1\,1'\,2\,2'\,5\,5'\,6\,6'$	$a = 3\,3'\,4\,4'\,7\,7'\,8\,8'$	$8\,(\chi 1)\,(4\chi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	15	16	2	„	$1\,1'\,2\,2'\,5\,5'\,6\,6'$	$a = 3\,3'\,4\,4'\,7\,7'\,8\,8'$	$7\,(\chi 1)\,(4\chi\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	3	„	$1\,1'\,2\,2'\,5\,5'\,6\,6'$	$a = 3\,3'\,4\,4'\,7\,7'\,8\,8'$	$11\chi 1\,(4\chi\,\mathrm{III})$
*a*11	15	16	4	„	$1\,1'\,4\,4'\,5\,5'\,8\,8'$	$a = 2\,2'\,3\,3'\,6\,6'\,7\,7'$	$8\,(\chi 1)\,(5\chi\,\mathrm{III})^s$
1*aa*	15	16	5	„	$1\,1'\,4\,4'\,5\,5'\,8\,8'$	$a = 2\,2'\,3\,3'\,6\,6'\,7\,7'$	$10\chi\,(5\chi\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	6	„	$1\,1'\,4\,4'\,5\,5'\,8\,8'$	$a = 2\,2'\,3\,3'\,6\,6'\,7\,7'$	$11\chi\,(5\chi\,\mathrm{III})$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a11$	15.	16	7	10χ III	12345678	$a = 1'2'3'4'5'6'7'8'$	$10\chi\,(8\varphi\,\mathrm{III})^s$
$1aa$	15	16	8	„	12345678	$a = 1'2'3'4'5'6'7'8'$	$10\chi\,(8\varphi\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	9	„	12345678	$a = 1'2'3'4'5'6'7'8'$	$11\chi\,(8\varphi\,\mathrm{III})$
$a11$	15	16	10	„	11'33'55'77'	$a = 2\,2'\,4\,4'\,6\,6'\,8\,8'$	$10\chi 1\,(8\chi\,\mathrm{III})^s$
$1aa$	15	16	11	„	11'33'55'77'	$a = 2\,2'\,4\,4'\,6\,6'\,8\,8'$	$7(\chi 1)\,(8\chi\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	12	„	11'33'55'77'	$a = 2\,2'\,4\,4'\,6\,6'\,8\,8'$	$11\chi 1\,(8\chi\,\mathrm{III})$
$a11$	15	16	13	„	12'34'56'78'	$a = 1'\,2\,3'\,4\,5'\,6\,7'\,8$	$10\chi 1\,(10\,\mathrm{III})^s$
$1aa$	15	16	14	„	12'34'56'78'	$a = 1'\,2\,3'\,4\,5'\,6\,7'\,8$	$10\chi 2\,(10\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	15	„	12'34'56'78'	$a = 1'\,2\,3'\,4\,5'\,6\,7'\,8$	$11\chi 1\,(10\,\mathrm{III})$
$a11$	15	16	16	„	12'3'456'7'8	$a = 1'\,2\,3\,4'\,5'\,6\,7\,8'$	$8\,(\chi 2)\,(4\delta\,\mathrm{III})^s$
$1aa$	15	16	17	„	12'3'456'7'8	$a = 1'\,2\,3\,4'\,5'\,6\,7\,8'$	$10\chi 2\,(4\delta\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	18	„	12'3'456'7'8	$a = 1'\,2\,3\,4'\,5'\,6\,7\,8'$	$11\chi 1\,(4\delta\,\mathrm{III})$
$a11$	15	16	19	„	123'4'567'8'	$a = 1'\,2'\,3\,4\,5'\,6'\,7\,8$	$8(\chi 1)\,(5\delta\,\mathrm{III})^s$
$1aa$	15	16	20	„	123'4'567'8'	$a = 1'\,2'\,3\,4\,5'\,6'\,7\,8$	$10\chi 2\,(5\delta\,\mathrm{III})^c$
aaa	15	16	21	„	123'4'567'8'	$a = 1'\,2'\,3\,4\,5'\,6'\,7\,8$	$11\chi 1\,(5\delta\,\mathrm{III})$

V. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
aaa	17	6	1	13φ III	$1\,1_1\,1_2$	$a = 8\;8_1\;8_2$	$13\varphi 1\,(13\,\mathrm{III})$
aaa	18	6	1	13α III	$1\,1_1\,1_2$	$a = 5'\,5_1'\,5_2'$	$13\alpha\,(13\,\mathrm{III})$
aaa	19	6	1	16 III	$1\,1_1\,1_2$	$a = 4'\,4_1'\,4_2'$	$16\,(13\,\mathrm{III})$
aaa	20	12	1	16α III	$1\,1_1\,1_2\,8\;8_1\;8_2$	$a = 4'\,4_1'\,4_2'\,5'\,5_1'\,5_2'$	$16\alpha\,(13\varphi\,\mathrm{III})$
aaa	20	12	2	16α III	$1\,1_1\,1_2\,4'\,4_1'\,4_2'$	$a = 5'\,5_1'\,5_2'\,8\,8_1\,8_2$	$16\alpha 1\,(16\,\mathrm{III})$
aaa	20	12	3	16α III	$1\,1_1\,1_2\,5'\,5_1'\,5_2'$	$a = 4'\,4_1'\,4_2'\,8\,8_1\,8_2$	$16\alpha 1\,(13\alpha\,\mathrm{III})$

VI. Kubische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
aaa	29	24	1	19χ III	$(1\,2'\,5\,6')_3$	$a = (1'\,2\,5'\,6)_3$	$21\chi 1\,(19\,\mathrm{III})$
aaa	30	24	1	19δ III	$(1\,2'\,5\,6')_3$	$a = (3'\,4\,7'\,8)_3$	$21\delta 1\,(19\,\mathrm{III})$
aaa	31	24	1	22 III	$(1\,2'\,5\,6')_3$	$a = (3\,4'\,7\,8')_3$	$(9)\,(19\,\mathrm{III})$
aaa	32	48	1	22χ III	$(1\,1'\,2\,2'\,5\,5'\,6\,6')_3$	$a = (3\,3'\,4\,4'\,7\,7'\,8\,8')_3$	$24\chi 1\,(19\chi\,\mathrm{III})$
aaa	32	48	2	22χ III	$(1\,2'\,3'\,4\,5\,6'\,7'\,8)_3$	$a = (1'\,2\,3\,4'\,5'\,6\,7\,8')_3$	$24\chi\,(19\delta\,\mathrm{III})$
aaa	32	48	3	22χ III	$(1\,2'\,3\,4'\,5\,6'\,7\,8')_3$	$a = (1'\,2\,3'\,4\,5'\,6\,7'\,8)_3$	$24\chi 1\,(22\,\mathrm{III})$

Triparalleloëdersysteme III. Ordnung.

V. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	16	3	1	13 III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1_2}{1_1}$	$(10)\,(1\,\mathrm{III})_r$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	16	3	2	13 III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1_1}{1_2}$	$(11)\,(1\,\mathrm{III})_l$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	1	16 III	14'	$\frac{a}{a'} = \frac{1_2\,4_2'}{1_1\,4_1'}$	$(12)\,(3\,\mathrm{III})_r$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	2	16 III	14'	$\frac{a}{a'} = \frac{1_1\,4_1'}{1_2\,4_2'}$	$(13)\,(3\,\mathrm{III})_l$

Triparalleloëdersysteme IV. Ordnung.

II. Monokline Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$1ab$	5	4	1	2χ III	1	$a = 5'$ $b = 5$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_2)^c$
$1ab$	5	4	2	„	1	$a = 5'$ $b = 1'$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_2)^{c'}$
$1ab$	5	4	3	„	1	$a = 5$ $b = 1'$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_2)^{c''}$
$ab1$	5	4	4	„	1	$a = 5'$ $b = 5$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_2)^{c'''}$
$ab1$	5	4	5	„	1	$a = 5'$ $b = 1'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_2)^c$
$ab1$	5	4	6	„	1	$a = 5$ $b = 5'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_2)^{c'}$

Ab-leitungs-form	Sym-metrie-art	Sym-metrie-grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$ab1$	5	4	7	2χ III	1	$a=5\ \ b=1'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_2)^{c''}$
$ab1$	5	4	8	„	1	$a=1'\ b=5'$	$1(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_2)^{c}$
$ab1$	5	4	9	„	1	$a=1'\ b=5$	$2\chi(1\,\mathrm{III}_2)^{c}$
abb	5	4	10	„	1	$a=5'\ b=5$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)$
abb	5	4	11	„	1	$a=5'\ b=1'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_2)$
abb	5	4	12	„	1	$a=5\ \ b=5'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_2)'$
abb	5	4	13	„	1	$a=5\ \ b=1'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_2)''$
abb	5	4	14	„	1	$a=1'\ b=5'$	$1(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_2)$
abb	5	4	15	„	1	$a=1'\ b=5$	$2\chi(1\,\mathrm{III}_2)$
aab	5	4	16	„	1	$a=5'\ b=5$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)$
aab	5	4	17	„	1	$a=5'\ b=1'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)'$
aab	5	4	18	„	1	$a=5\ \ b=5'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)''$
aab	5	4	19	„	1	$c=5\ \ b=1'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)'''$
aab	5	4	20	„	1	$a=1'\ b=5'$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)$
aab	5	4	21	„	1	$a=1'\ b=5$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)'$
abc	5	4	22	„	1	$a=5'\ b=5\ \ c=1'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)^{IV}$
abc	5	4	23	„	1	$a=5\ \ b=5'\ c=1'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)^{V}$
abc	5	4	24	„	1	$a=1'\ b=5'\ c=5$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)''$
$\frac{a}{a'}11$	5	4	25	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$	$1(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_2)^{s}_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}b1$	5	4	26	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}\ b=5$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)^{c}_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}bb$	5	4	27	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}\ b=5$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)_{1'5'}$
$1\frac{b}{b'}1$	5	4	28	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)^{s}_{55'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	29	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)^{c}_{55'}$
$1\frac{b}{b'}c$	5	4	30	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}\ c=1'$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_2)^{c'}_{55'}$
$a\frac{b}{b'}1$	5	4	31	„	1	$a=1'\ \frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)^{c}_{55'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	32	„	1	$a=1'\ \frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)_{55'}$
$a\frac{b}{b'}a$	5	4	33	„	1	$a=1'\ \frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}$	$3\chi(1\,\mathrm{III}_2)'_{55'}$
abb	5	4	34	3χ III	1	$a=5'\ b=4'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)$
abb	5	4	35	„	1	$a=5'\ b=8$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)'$
abb	5	4	36	„	1	$a=4'\ b=5'$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_3)$
abb	5	4	37	„	1	$a=4'\ b=8$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_3)'$
abb	5	4	38	„	1	$a=8\ \ b=5'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)''$
abb	5	4	39	„	1	$a=8\ \ b=4'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)'''$
$\frac{a}{a'}11$	5	4	40	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{4'}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_3)^{s}_{4'5'}$
$\frac{a}{a'}bb$	5	4	41	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{4'}\ b=8$	$2\chi 1(1\,\mathrm{III}_3)_{4'5'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	5	4	42	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{8}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)^{c}_{5'8}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	5	4	43	„	1	$a=4'\ \frac{b}{b'}=\frac{5'}{8}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_3)_{5'8}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	44	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{4'}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)^{c}_{4'5'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	45	„	1	$a=8\ \frac{b}{b'}=\frac{5'}{4'}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_3)_{4'5'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	5	4	46	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{4'}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{III}_3)'_{4'5'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
				III. Rhombische Syngonie.			
$1ab$	6	4	1	4 III	1	$a=5\ \ b=2'$	$(2)\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$1ab$	6	4	2	„	1	$a=5\ \ b=6'$	$(3)\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$1ab$	6	4	3	„	1	$a=2'\ \ b=6'$	$4\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$1ab$	6	4	4	„	1	$a=6'\ \ b=2'$	$(2)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c'}$
abb	6	4	5	„	1	$a=5\ \ b=2'$	$(4)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abb	6	4	6	„	1	$a=2'\ \ b=5$	$5\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abb	6	4	7	„	1	$a=2'\ \ b=6'$	$(4)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
abc	6	4	8	„	1	$a=5\ \ b=6'\ \ c=2'$	$6\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abc	6	4	9	„	1	$a=5\ \ b=2'\ \ c=6'$	$6\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
abc	6	4	10	„	1	$a=2'\ \ b=5\ \ c=6'$	$(5)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$\frac{a}{a'}11$	6	4	11	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$	$(3)\,(1\,\mathrm{III}_4)^s_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}b1$	6	4	12	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}\ \ b=5$	$5\,(1\,\mathrm{III}_4)^c_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}bb$	6	4	13	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}\ \ b=5$	$7\,(1\,\mathrm{III}_4)_{2'6'}$
abb	6	4	14	5 III	1	$a=5\ \ b=4'$	$(14)\,(1\,\mathrm{III}_5)$
abb	6	4	15	„	1	$a=4'\ \ b=5$	$(3)\,(1\,\mathrm{III}_5)$
abb	6	4	16	„	1	$a=4'\ \ b=8'$	$(2)\,(1\,\mathrm{III}_5)$
$\frac{a}{a'}11$	6	4	17	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{8'}$	$(4)\,(1\,\mathrm{III}_5)^s_{4'8'}$
$\frac{a}{a'}bb$	6	4	18	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{8'}\ \ b=5$	$(5)\,(1\,\mathrm{III}_5)_{4'8'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	6	4	19	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4'}{5}$	$(2)\,(1\,\mathrm{III}_5)_{4'5}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	6	4	20	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4'}{5}\ \ a=8'$	$(4)\,(1\,\mathrm{III}_5)_{4'5}$
$1ab$	7	4	1	2φ III	1	$a=6\ \ b=2$	$2\varphi 5\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$1ab$	7	4	2	„	1	$a=6\ \ b=5$	$2\varphi 5\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c'}$
$1ab$	7	4	3	„	1	$a=5\ \ b=6$	$2\varphi 2\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$1ab$	7	4	4	„	1	$a=2\ \ b=6$	$2\varphi\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$a1b$	7	4	5	„	1	$a=5\ \ b=2$	$1\,(\varphi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$a1b$	7	4	6	„	1	$a=5\ \ b=6$	$1\,(\varphi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$a1b$	7	4	7	„	1	$a=2\ \ b=5$	$2\varphi 1\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$a1b$	7	4	8	„	1	$a=2\ \ b=6$	$1\,(\varphi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$a1b$	7	4	9	„	1	$a=6\ \ b=5$	$2\varphi 3\,(1\,\mathrm{III}_4)^c$
$a1b$	7	4	10	„	1	$a=6\ \ b=2$	$1\,(\varphi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c'}$
abb	7	4	11	„	1	$a=5\ \ b=2$	$1\,(\varphi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abb	7	4	12	„	1	$a=2\ \ b=5$	$2\varphi' 1\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abb	7	4	13	„	1	$a=2\ \ b=6$	$1\,(\varphi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
aab	7	4	14	„	1	$a=5\ \ b=2$	$3\varphi 3\,(1\,\mathrm{III}_4)$
aab	7	4	15	„	1	$a=5\ \ b=6$	$3\varphi 2\,(1\,\mathrm{III}_4)$
aab	7	4	16	„	1	$a=2\ \ b=5$	$3\varphi 1\,(1\,\mathrm{III}_4)$
aab	7	4	17	„	1	$a=2\ \ b=6$	$3\varphi\,(1\,\mathrm{III}_4)$
aab	7	4	18	„	1	$a=6\ \ b=5$	$3\varphi 1\,(1\,\mathrm{III}_4)$
aab	7	4	19	„	1	$a=6\ \ b=2$	$3\varphi 3\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
abc	7	4	20	„	1	$a=5\ \ b=2\ \ c=6$	$3\varphi'\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abc	7	4	21	„	1	$a=5\ \ b=6\ \ c=2$	$3\varphi' 2\,(1\,\mathrm{III}_4)$
abc	7	4	22	„	1	$a=2\ \ b=5\ \ c=6$	$3\varphi' 1\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
abc	7	4	23	„	1	$a=2\ \ b=6\ \ c=5$	$3\varphi' 2\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$1\frac{b}{b'}1$	7	4	24	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5}{2}$	$2\varphi 2\,(1\,\mathrm{III}_4)^s_{25}$
$1\frac{b}{b'}c$	7	4	25	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5}{2}\ \ c=6$	$2\varphi'\,(1\,\mathrm{III}_4)^c_{25}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\frac{b}{b'}1$	7	4	26	2φ III	1	$a=6 \quad \frac{b}{b'}=\frac{5}{2}$	$3\varphi 1 (1\,III_4)^c_{25}$
$a\frac{b}{b'}a$	7	4	27	„	1	$a=6 \quad \frac{b}{b'}=\frac{5}{2}$	$3\varphi'' (1\,III_4)$
abb	7	4	28	$2\varphi'$ III	1	$a=5 \quad b=4$	$1(\varphi 4)(1\,III_5)$
abb	7	4	29	„	1	$a=4 \quad b=5$	$2\varphi 3 (1\,III_5)$
abb	7	4	30	„	1	$a=4 \quad b=8$	$1(\varphi 3)(1\,III_5)$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	31	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4}{5}$	$2\varphi 5 (1\,III_5)^c$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	32	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4}{5} \quad a=8$	$3\varphi 3 (1\,III_5)$
abb	7	4	33	3φ III	1	$a=4' \quad b=1'$	$2\varphi 4 (1\,III_5)$
abb	7	4	34	„	1	$a=4' \quad b=4$	$2\varphi 3 (1\,III_5)$
abb	7	4	35	„	1	$a=1' \quad b=4'$	$1(\varphi 2)(1\,III_5)$
abb	7	4	36	„	1	$a=1' \quad b=4$	$1(\varphi 1)(1\,III_5)$
abb	7	4	37	„	1	$a=4 \quad b=4'$	$1(\varphi 4)(1\,III_5)'$
abb	7	4	38	„	1	$a=4 \quad b=1'$	$1(\varphi 4)(1\,III_5)''$
$\frac{a}{a'}11$	7	4	39	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{1'}$	$3\varphi 2 (1\,III_5)^s_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	7	4	40	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{1'} \quad b=4$	$3\varphi' 1 (1\,III_5)_{1'4'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	41	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4'}{4}$	$1(\varphi 3)(1\,III_5)^c_{44'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	42	„	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{4'}{4}$	$1(\varphi 5)(1\,III_5)_{44'}$
$1ab$	8	8	1	4χ III	1 5'	$a=2\,6' \quad b=2'6$	$2(\chi 3)(1\pi\,III_4)^c$
$1ab$	8	8	2	„	1 5'	$a=2\,6' \quad b=1'5$	$2(\chi 2)(1\pi\,III_4)^c$
$1ab$	8	8	3	„	1 5'	$a=1'5 \quad b=2\,6'$	$3(\chi 3)(1\pi\,III_4)^c$
$1ab$	8	8	4	„	1 5'	$a=2'6 \quad b=2\,6'$	$4\chi 2 (1\pi\,III_4)^c$
abb	8	8	5	„	1 5'	$a=1'5 \quad b=2'6$	$4(\chi 1)(1\pi\,III_4)$
abb	8	8	6	„	1 5'	$a=2'6 \quad b=1'5$	$5\chi 3 (1\pi\,III_4)$
abb	8	8	7	„	1 5'	$a=2'6 \quad b=2\,6'$	$4(\chi 2)(1\pi\,III_4)$
abc	8	8	8	„	1 5'	$a=1'5 \quad b=2\,6' \quad c=2'6$	$6\chi (1\pi\,III_4)$
abc	8	8	9	„	1 5'	$a=1'5 \quad b=2'6 \quad c=2\,6'$	$6\chi 1 (1\pi\,III_4)$
abc	8	8	10	„	1 5'	$a=2'6 \quad b=1'5 \quad c=2\,6'$	$5(\chi 2)(1\pi\,III_4)$
$1ab$	8	8	11	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2\,6$	$2(\chi 2)(2\,III_4)^c$
$1ab$	8	8	12	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2'6'$	$3(\chi 3)(2\,III_4)^c$
$1ab$	8	8	13	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=2'6'$	$3(\chi 2)(2\,III_4)^c$
$a1b$	8	8	14	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2\,6$	$3(\chi 1)(2\,III_4)^c$
$a1b$	8	8	15	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2'6'$	$3(\chi 2)(2\,III_4)^{c'}$
$a1b$	8	8	16	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=1'5'$	$3(\chi 3)(2\,III_4)^c$
$a1b$	8	8	17	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=2'6'$	$3(\chi 3)(2\,III_4)^{c'}$
$a1b$	8	8	18	„	1 5	$a=2'6' \quad b=1'5'$	$4\chi 2 (2\,III_4)^c$
$a1b$	8	8	19	„	1 5	$a=2'6' \quad b=2\,6$	$4\chi 1 (2\,III_4)^c$
abb	8	8	20	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2\,6$	$5\chi (2\,III_4)$
abb	8	8	21	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2'6'$	$5\chi 1 (2\,III_4)$
abb	8	8	22	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=1'5'$	$5\chi 3 (2\,III_4)$
abb	8	8	23	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=2'6'$	$5\chi 3 (2\,III_4)'$
abb	8	8	24	„	1 5	$a=2'6' \quad b=1'5'$	$5\chi 3 (2\,III_4)''$
abb	8	8	25	„	1 5	$a=2'6' \quad b=2\,6$	$5\chi 2 (2\,III_4)$
aab	8	8	26	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2\,6$	$4(\chi 1)(2\,III_4)$
aab	8	8	27	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2'6'$	$4(\chi 2)(2\,III_4)$
aab	8	8	28	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=1'5'$	$4(\chi 2)(2\,III_4)'$
aab	8	8	29	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=2'6'$	$4(\chi 2)(2\,III_4)''$
aab	8	8	30	„	1 5	$a=2'6' \quad b=1'5'$	$5\chi 3 (2\,III_4)'''$
aab	8	8	31	„	1 5	$a=2'6' \quad b=2\,6$	$5\chi 1 (2\,III_4)'$
abc	8	8	32	„	1 5	$a=1'5' \quad b=2\,6 \quad c=2'6'$	$5(\chi 1)(2\,III_4)$
abc	8	8	33	„	1 5	$a=2\,6 \quad b=1'5' \quad c=2'6'$	$5(\chi 2)(2\,III_4)$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
abc	8	8	34	4χ III	1 5	$a = 2'6'$ $b = 1'5'$ $c = 2\,6$	$4\chi 1\,(2\,\mathrm{III}_4)$
$\frac{a}{a'}11$	8	8	35	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{2'6'}$	$4\chi 1\,(2\,\mathrm{III}_4)^{s}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	36	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{2'6'}$ $b = 2\,6$	$5\chi 2\,(2\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}bb$	8	8	37	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{2'6'}$ $b = 2\,6$	$5\chi\,(2\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$1ab$	8	8	38	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 2\,2'$	$2\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$1ab$	8	8	39	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 6\,6'$	$3\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$1ab$	8	8	40	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 6\,6'$	$4\chi\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$1ab$	8	8	41	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $b = 2\,2'$	$2\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c'}$
$a1b$	8	8	42	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 2\,2'$	$2\,(\chi 2)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$a1b$	8	8	43	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 6\,6'$	$2\,(\chi 3)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$a1b$	8	8	44	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 5\,5'$	$4\chi 1\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$a1b$	8	8	45	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 6\,6'$	$3\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$a1b$	8	8	46	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $b = 5\,5'$	$3\,(\chi 2)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}$
$a1b$	8	8	47	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $b = 2\,2'$	$2\,(\chi 2)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c'}$
abb	8	8	48	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 2\,2'$	$4\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
abb	8	8	49	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 5\,5'$	$5\chi 1\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
abb	8	8	50	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 6\,6'$	$4\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)'$
aab	8	8	51	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 2\,2'$	$4\,(\chi 2)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
aab	8	8	52	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 6\,6'$	$4\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)''$
aab	8	8	53	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 5\,5'$	$5\chi 2\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
aab	8	8	54	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 6\,6'$	$5\chi\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
aab	8	8	55	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $b = 5\,5'$	$4\,(\chi 2)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)'$
aab	8	8	56	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $b = 2\,2'$	$4\,(\chi 2)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)''$
abc	8	8	57	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 2\,2'$ $c = 6\,6'$	$6\chi\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
abc	8	8	58	„	1 1'	$a = 5\,5'$ $b = 6\,6'$ $c = 2\,2'$	$6\chi 1\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
abc	8	8	59	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 5\,5'$ $c = 6\,6'$	$5\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)$
abc	8	8	60	„	1 1'	$a = 2\,2'$ $b = 6\,6'$ $c = 5\,5'$	$6\chi 1\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)'$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	61	„	1 1'	$\frac{b}{b'} = \frac{5\,5'}{2\,2'}$	$3\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{s}_{2\,5}$
$1\frac{b}{b'}c$	8	8	62	„	1 1'	$\frac{b}{b'} = \frac{5\,5'}{2\,2'}$ $c = 6\,6'$	$5\chi\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2\,5}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	63	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $\frac{b}{b'} = \frac{5\,5'}{2\,2'}$	$5\chi 2\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2\,5}$
$a\frac{b}{b'}a$	8	8	64	„	1 1'	$a = 6\,6'$ $\frac{b}{b'} = \frac{5\,5'}{2\,2'}$	$7\chi\,(1\chi\,\mathrm{III}_4)_{2\,5}$
abb	8	8	65	5χ III	1 5'	$a = 1'5$ $b = 4\,8'$	$14\,(\chi 1)\,(1\chi\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	66	„	1 5'	$a = 4\,8'$ $b = 1'5$	$3\,(\chi 4)\,(1\chi\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	67	„	1 5'	$a = 4\,8'$ $b = 4'8$	$2\,(\chi 5)\,(1\chi\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	68	„	1 5	$a = 1'5'$ $b = 4'8'$	$2\,(\chi 4)\,(2\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	69	„	1 5	$a = 1'5'$ $b = 4\,8$	$2\,(\chi 1)\,(2\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	70	„	1 5	$a = 4'8'$ $b = 1'5'$	$4\chi 3\,(2\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	71	„	1 5	$a = 4'8'$ $b = 4\,8$	$4\chi 2\,(2\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	72	„	1 5	$a = 4\,8$ $b = 1'5'$	$2\,(\chi 6)\,(2\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	73	„	1 5	$a = 4\,8$ $b = 4'8'$	$2\,(\chi 6)\,(2\,\mathrm{III}_5)'$
$\frac{a}{a'}11$	8	8	74	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{4'8'}$	$5\chi 1\,(2\,\mathrm{III}_5)^{s}_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	8	8	75	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{4'8'}$ $b = 4\,8$	$6\chi 1\,(2\,\mathrm{III}_5)_{1'4'}$
abb	8	8	76	„	1 4'	$a = 1'4$ $b = 5\,8'$	$3\,(\chi 2)\,(3\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	77	„	1 4'	$a = 1'4$ $b = 5'8$	$2\,(\chi 2)\,(3\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	78	„	1 4'	$a = 5\,8'$ $b = 1'4$	$3\,(\chi 4)\,(3\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	79	„	1 4'	$a = 5\,8'$ $b = 5'8$	$3\,(\chi 4)\,(3\,\mathrm{III}_5)'$
abb	8	8	80	„	1 4'	$a = 5'8$ $b = 1'4$	$2\,(\chi 5)\,(3\,\mathrm{III}_5)$
abb	8	8	81	„	1 4'	$a = 5'8$ $b = 5\,8'$	$3\,(\chi 4)\,(3\,\mathrm{III}_5)''$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	82	5χ III	14'	$\frac{b}{b'}=\frac{5'8}{58'}$	$3(\chi 4)(3\,III_5)^c_{55'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	83	„	14'	$\frac{b}{b'}=\frac{5'8}{58'}$ $a=1'4$	$4(\chi 2)(3\,III_5)_{55'}$
abb	8	8	84	„	11'	$a=55'$ $b=44'$	$14(\chi 1)(1\chi\,III_5)$
abb	8	8	85	„	11'	$a=44'$ $b=55'$	$3(\chi 2)(1\chi\,III_5)$
abb	8	8	86	„	11'	$a=44'$ $b=88'$	$2(\chi 2)(1\chi\,III_5)$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	87	„	11'	$\frac{b}{b'}=\frac{44'}{55'}$	$2(\chi 1)(1\chi\,III_5)^c_{45}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	88	„	11'	$a=88'$ $\frac{b}{b'}=\frac{44'}{55'}$	$3(\chi 2)(1\chi\,III_5)_{45}$
abb	8	8	89	„	18	$a=4'5'$ $b=45$	$3(\chi 2)(1\chi'\,III_5)$
abb	8	8	90	„	18	$a=4'5'$ $b=1'8'$	$2(\chi 4)(1\chi'\,III_5)$
abb	8	8	91	„	18	$a=45$ $b=4'5'$	$14(\chi 1)(1\chi'\,III_5)$
abb	8	8	92	„	18	$a=45$ $b=1'8'$	$14(\chi 1)(1\chi'\,III_5)$
abb	8	8	93	„	18	$a=1'8'$ $b=4'5'$	$2(\chi 3)(1\chi'\,III_5)$
abb	8	8	94	„	18	$a=1'8'$ $b=45$	$3(\chi 1)(1\chi'\,III_5)$
$\frac{a}{a'}11$	8	8	95	„	18	$\frac{a}{a'}=\frac{4'5'}{1'8'}$	$4(\chi 1)(1\chi'\,III_5)^s_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	8	8	96	„	18	$\frac{a}{a'}=\frac{4'5'}{1'8'}$ $b=45$	$5(\chi 1)(1\chi'\,III_5)_{1'4'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	97	„	18	$\frac{b}{b'}=\frac{4'5'}{45}$	$2(\chi 2)(1\chi'\,III_5)^c_{44'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	98	„	18	$\frac{b}{b'}=\frac{4'5'}{45}$ $a=1'8'$	$4(\chi 1)(1\chi'\,III_5)_{44'}$

IV. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$1bc$	9	4	1	8 III	1	$b=3$ $c=7$	$8(1\,III)^c$
abc	9	4	2	„	1	$a=5$ $b=3$ $c=7$	$9(1\,III)$
$\frac{a}{a'}11$	9	4	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7}{3}$	$(15)(1\,III)^s_r$
$\frac{a}{a'}11$	9	4	4	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{7}$	$(16)(1\,III)^s_l$
$\frac{a}{a'}bb$	9	4	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7}{3}$ $b=5$	$(17)(1\,III)_r$
$\frac{a}{a'}bb$	9	4	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{7}$ $b=5$	$(17)(1\,III)_l$
abb	10	8	1	8φ III	15	$a=37$ $b=26$	$6(\varphi 3)(3\,III)$
abb	10	8	2	„	15	$a=37$ $b=48$	$6(\varphi 4)(3\,III)$
abb	10	8	3	„	15	$a=26$ $b=37$	$8\varphi 3(3\,III)$
abb	10	8	4	„	15	$a=26$ $b=48$	$6(\varphi 4)(3\,III)'$
abb	10	8	5	„	15	$a=48$ $b=37$	$8\varphi 1(3\,III)$
abb	10	8	6	„	15	$a=48$ $b=26$	$6(\varphi 2)(3\,III)$
$1bc$	10	8	7	„	18	$b=23$ $c=67$	$8\varphi(1\chi'\,III)^c$
$1bc$	10	8	8	„	18	$b=67$ $c=23$	$8\varphi 2(1\chi'\,III)^c$
abc	10	8	9	„	18	$a=45$ $b=23$ $c=67$	$9\varphi(1\chi'\,III)$
abc	10	8	10	„	18	$a=45$ $b=67$ $c=23$	$9\varphi 1(1\chi'\,III)$
$1bc$	11	4	1	2π III	1	$b=3'$ $c=7'$	$2\pi(1\,III)^c$
abc	11	4	2	„	1	$a=5$ $b=3'$ $c=7'$	$3\pi(1\,III)$
abc	12	8	1	8χ III	15'	$a=1'5$ $b=37'$ $c=3'7$	$9\chi(1\pi\,III)$
abb	12	8	2	„	15	$a=37$ $b=1'5'$	$6(\chi 2)(2\,III)$
abb	12	8	3	„	15	$a=37$ $b=3'7'$	$6(\chi 2)(2\,III)'$
abb	12	8	4	„	15	$a=1'5'$ $b=37$	$8\chi(2\,III)$
abb	12	8	5	„	15	$a=1'5'$ $b=3'7'$	$6(\chi 1)(2\,III)$
abb	12	8	6	„	15	$a=3'7'$ $b=37$	$8\chi 1(2\,III)$
abb	12	8	7	„	15	$a=3'7'$ $b=1'5'$	$6(\chi 2)(2\,III)''$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	12	8	8	8χ III	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{1'5'}$	$6\,(\chi\,1)\,(2\,\text{III})^{s}_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	12	8	9	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{1'5'}$ $b=3\,7$	$9\chi\,(2\,\text{III})_{1'3'}$
$1\,b\,c$	12	8	10	„	1 1'	$b=3\,3'$ $c=7\,7'$	$8\chi\,(1\,\chi\,\text{III})$
$a\,b\,c$	12	8	11	„	1 1'	$b=3\,3'$ $c=7\,7'$ $a=5\,5'$	$9\chi\,(1\,\chi\,\text{III})$
$a\,b\,b$	13	8	1	10 III	1 5	$a=3\,7$ $b=2'6'$	(18) (2 III)
$a\,b\,b$	13	8	2	„	1 5	$a=3\,7$ $b=4'8'$	(18) (2 III)'
$a\,b\,b$	13	8	3	„	1 5	$a=2'6'$ $b=3\,7$	(7) (2 III)
$a\,b\,b$	13	8	4	„	1 5	$a=2'6'$ $b=4'8'$	(18) (2 III)''
$a\,b\,b$	13	8	5	„	1 5	$a=4'8'$ $b=3\,7$	10 (2 III)
$a\,b\,b$	13	8	6	„	1 5	$a=4'8'$ $b=2'6'$	(8) (2 III)
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	13	8	7	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'}{4'8'}$	$(8)\,(2\,\text{III})^{s}_{2'4'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	13	8	8	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'}{4'8'}$ $b=3\,7$	$11\,(2\,\text{III})_{2'4'}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	13	8	9	„	1 2'	$\frac{a}{a'}=\frac{7\,8'}{3\,4'}$	$(19)\,(2\,\text{III})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	13	8	10	„	1 2'	$\frac{a}{a'}=\frac{3\,4'}{7\,8'}$	$(20)\,(2\,\text{III})^{s}_{l}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	13	8	11	„	1 2'	$\frac{a}{a'}=\frac{7\,8'}{3\,4'}$ $b=2'6$	$(21)\,(2\,\text{III})_{r}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	13	8	12	„	1 2'	$\frac{a}{a'}=\frac{3\,4'}{7\,8'}$ $b=2'6$	$(21)\,(2\,\text{III})_{l}$
$1\,b\,c$	13	8	13	„	1 4'	$b=3\,6'$ $c=2'7$	$(7)\,(3\,\text{III})^{c}$
$1\,b\,c$	13	8	14	„	1 4'	$b=2'7$ $c=3\,6'$	$10\,(3\,\text{III})^{c}$
$a\,b\,c$	13	8	15	„	1 4'	$a=5\,8'$ $b=3\,6'$ $c=2'7$	11 (3 III)
$a\,b\,c$	13	8	16	„	1 4'	$a=5\,8'$ $b=2'7$ $c=3\,6'$	11 (3 III)'
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	13	8	17	„	1 4'	$\frac{a}{a'}=\frac{2'7}{3\,6'}$	$(19)\,(3\,\text{III})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	13	8	18	„	1 4'	$\frac{a}{a'}=\frac{3\,6'}{2'7}$	$(20)\,(3\,\text{III})^{s}_{l}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	13	8	19	„	1 4'	$\frac{a}{a'}=\frac{2'7}{3\,6'}$ $b=5\,8'$	$(21)\,(3\,\text{III})_{r}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	13	8	20	„	1 4'	$\frac{a}{a'}=\frac{3\,6'}{2'7}$ $b=5\,8'$	$(21)\,(3\,\text{III})_{l}$
$a\,b\,b$	14	8	1	$4\,\delta$ III	1 5	$a=3'7'$ $b=2'6'$	$5\,\delta\,3\,(2\,\text{III})$
$a\,b\,b$	14	8	2	„	1 5	$a=3'7'$ $b=4\,8$	$5\,\delta\,2\,(2\,\text{III})$
$a\,b\,b$	14	8	3	„	1 5	$a=2'6'$ $b=3'7'$	$5\,\delta\,3\,(2\,\text{III})'$
$a\,b\,b$	14	8	4	„	1 5	$a=2'6'$ $b=4\,8$	$5\,\delta\,2\,(2\,\text{III})'$
$a\,b\,b$	14	8	5	„	1 5	$a=4\,8$ $b=3'7'$	$5\,\delta\,1\,(2\,\text{III})$
$a\,b\,b$	14	8	6	„	1 5	$a=4\,8$ $b=2'6'$	$5\,\delta\,1\,(2\,\text{III})'$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	14	8	7	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{2'6'}$	$4\,\delta\,1\,(2\,\text{III})^{s}_{2'3'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	14	8	8	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{2'6'}$ $b=4\,8$	$5\,\delta\,2\,(2\,\text{III})_{2'3'}$
$1\,b\,c$	14	8	9	„	1 8	$b=2'3'$ $c=6'7'$	$4\,\delta\,(1\,\chi'\,\text{III})^{c}$
$1\,b\,c$	14	8	10	„	1 8	$b=6'7'$ $c=2'3'$	$2\,(\delta\,1)\,(1\,\chi'\,\text{III})^{c}$
$a\,b\,c$	14	8	11	„	1 8	$a=4\,5$ $b=2'3'$ $c=6'7'$	$6\,\delta\,(1\,\chi'\,\text{III})$
$a\,b\,c$	14	8	12	„	1 8	$a=4\,5$ $b=6'7'$ $c=2'3'$	$6\,\delta\,(1\,\chi'\,\text{III})'$
$a\,b\,b$	14	8	13	$5\,\delta$ III	1 5	$a=3'7'$ $b=2\,6$	$2\,(\delta\,1)\,(2\,\text{III})$
$a\,b\,b$	14	8	14	„	1 5	$a=3'7'$ $b=4'8'$	$2\,(\delta\,2)\,(2\,\text{III})$
$a\,b\,b$	14	8	15	„	1 5	$a=2\,6$ $b=3'7'$	$2\,(\delta\,2)\,(2\,\text{III})'$
$a\,b\,b$	14	8	16	„	1 5	$a=2\,6$ $b=4'8'$	$2\,(\delta\,2)\,(2\,\text{III})''$
$a\,b\,b$	14	8	17	„	1 5	$a=4'8'$ $b=3'7'$	$4\,\delta\,1\,(2\,\text{III})$
$a\,b\,b$	14	8	18	„	1 5	$a=4'8'$ $b=2\,6$	$4\,\delta\,(2\,\text{III})$

Ab- leitungs- form	Sym- metrie- art	Sym- metrie- grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$1\,b\,c$	14	8	19	$5\,\delta$ III	$1\,4'$	$b = 2\,3' \quad c = 6\,7'$	$5\,\delta\,(3\text{ III})^c$
$1\,b\,c$	14	8	20	„	$1\,4'$	$b = 6\,7' \quad c = 2\,3'$	$5\,\delta\,1\,(3\text{ III})^c$
$a\,b\,c$	14	8	21	„	$1\,4'$	$a = 5\,8' \quad b = 2\,3' \quad c = 6\,7'$	$7\,\delta\,(3\text{ III})$
$a\,b\,c$	14	8	22	„	$1\,4'$	$a = 5\,8' \quad b = 6\,7' \quad c = 2\,3'$	$7\,\delta\,1\,(3\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	1	$10\,\chi$ III	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 3\,3'\,7\,7' \quad b = 2\,2'\,6\,6'$	$18\,(\chi\,1)\,(2\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	2	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 3\,3'\,7\,7' \quad b = 4\,4'\,8\,8'$	$18\,(\chi\,3)\,(2\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	3	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 2\,2'\,6\,6' \quad b = 3\,3'\,7\,7'$	$7\,(\chi\,1)\,(2\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	4	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 2\,2'\,6\,6' \quad b = 4\,4'\,8\,8'$	$18\,(\chi\,3)\,(2\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	5	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 4\,4'\,8\,8' \quad b = 3\,3'\,7\,7'$	$10\,\chi\,1\,(2\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	6	„	$1\,1'\,5\,5'$	$a = 4\,4'\,8\,8' \quad b = 2\,2'\,6\,6'$	$8\,(\chi\,2)\,(2\,\chi\text{ III})$
$1\,b\,c$	15	16	7	„	$1\,4'\,5'\,8$	$b = 2\,3\,6'\,7' \quad c = 2'\,3'\,6\,7$	$10\,\chi\,2\,(3\,\chi\text{ III})^c$
$1\,b\,c$	15	16	8	„	$1\,4'\,5'\,8$	$b = 2'\,3'\,6\,7 \quad c = 2\,3\,6'\,7'$	$7\,(\chi\,2)\,(3\,\chi\text{ III})^c$
$a\,b\,c$	15	16	9	„	$1\,4'\,5'\,8$	$a = 1'\,4\,5\,8' \quad b = 2\,3\,6'\,7' \quad c = 2'\,3'\,6\,7$	$11\,\chi\,1\,(3\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,c$	15	16	10	„	$1\,4'\,5'\,8$	$a = 1'\,4\,5\,8' \quad b = 2'\,3'\,6\,7 \quad c = 2\,3\,6'\,7'$	$11\,\chi\,(3\,\chi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	11	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 1'\,2\,5'\,6 \quad b = 3\,4'\,7\,8'$	$7\,(\chi\,3)\,(4\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	12	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 1'\,2\,5'\,6 \quad b = 3'\,4\,7'\,8$	$18\,(\chi\,3)\,(4\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	13	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3\,4'\,7\,8' \quad b = 1'\,2\,5'\,6$	$8\,(\chi\,3)\,(4\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	14	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3\,4'\,7\,8' \quad b = 3'\,4\,7'\,8$	$8\,(\chi\,4)\,(4\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	15	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3'\,4\,7'\,8 \quad b = 1'\,2\,5'\,6$	$18\,(\chi\,2)\,(4\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	16	„	$1\,2'\,5\,6'$	$a = 3'\,4\,7'\,8 \quad b = 3\,4'\,7\,8'$	$7\,(\chi\,4)\,(4\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	17	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 1'\,4\,5'\,8 \quad b = 2'\,3\,6'\,7$	$10\,\chi\,1\,(5\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	18	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 1'\,4\,5'\,8 \quad b = 2\,3'\,6\,7'$	$8\,(\chi\,2)\,(5\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	19	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2'\,3\,6'\,7 \quad b = 1'\,4\,5'\,8$	$8\,(\chi\,4)\,(5\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	20	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2'\,3\,6'\,7 \quad b = 2\,3'\,6\,7'$	$8\,(\chi\,3)\,(5\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	21	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2\,3'\,6\,7' \quad b = 1'\,4\,5'\,8$	$8\,(\chi\,4)\,(5\text{ III})'$
$a\,b\,b$	15	16	22	„	$1\,4'\,5\,8'$	$a = 2\,3'\,6\,7' \quad b = 2'\,3\,6'\,7$	$10\,\chi\,3\,(5\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	23	„	$1\,2\,5\,6$	$a = 1'\,2'\,5'\,6' \; b = 3\,4\,7\,8$	$7\,(\chi\,1)\,(2\,\varphi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	24	„	$1\,2\,5\,6$	$a = 1'\,2'\,5'\,6' \; b = 3'\,4'\,7'\,8'$	$18\,(\chi\,1)\,(2\,\varphi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	25	„	$1\,2\,5\,6$	$a = 3\,4\,7\,8 \quad b = 1'\,2'\,5'\,6'$	$18\,(\chi\,2)\,(2\,\varphi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	26	„	$1\,2\,5\,6$	$a = 3\,4\,7\,8 \quad b = 3'\,4'\,7'\,8'$	$18\,(\chi\,2)\,(2\,\varphi\text{ III})'$
$a\,b\,b$	15	16	27	„	$1\,2\,5\,6$	$a = 3'\,4'\,7'\,8' \; b = 1'\,2'\,5'\,6'$	$8\,(\chi\,3)\,(2\,\varphi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	28	„	$1\,2\,5\,6$	$a = 3'\,4'\,7'\,8' \; b = 3\,4\,7\,8$	$10\,\chi\,2\,(2\,\varphi\text{ III})$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	15	16	29	„	$1\,2\,5\,6$	$\frac{a}{a'} = \frac{1'\,2'\,5'\,6'}{3'\,4'\,7'\,8'}$	$8\,(\chi\,2)\,(2\,\varphi\text{ III})^s_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	15	16	30	„	$1\,2\,5\,6$	$\frac{a}{a'} = \frac{1'\,2'\,5'\,6'}{3'\,4'\,7'\,8'}\, b = 3\,4\,7\,8$	$11\,\chi\,1\,(2\,\varphi\text{ III})_{1'3'}$
$a\,b\,b$	15	16	31	„	$1\,4\,5\,8$	$a = 1'\,4'\,5'\,8' \; b = 2\,3\,6\,7$	$10\,\chi\,(2\,\varphi'\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	32	„	$1\,4\,5\,8$	$a = 1'\,4'\,5'\,8' \; b = 2'\,3'\,6'\,7'$	$8\,(\chi\,1)\,(2\,\varphi'\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	33	„	$1\,4\,5\,8$	$a = 2\,3\,6\,7 \quad b = 1'\,4'\,5'\,8'$	$18\,(\chi\,4)\,(2\,\varphi'\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	34	„	$1\,4\,5\,8$	$a = 2\,3\,6\,7 \quad b = 2'\,3'\,6'\,7'$	$18\,(\chi\,2)\,(2\,\varphi'\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	35	„	$1\,4\,5\,8$	$a = 2'\,3'\,6'\,7' \; b = 1'\,4'\,5'\,8'$	$18\,(\chi\,4)\,(2\,\varphi'\text{ III})'$
$a\,b\,b$	15	16	36	„	$1\,4\,5\,8$	$a = 2'\,3'\,6'\,7' \; b = 2\,3\,6\,7$	$10\,\chi\,(2\,\varphi'\text{ III})'$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	15	16	37	„	$1\,4\,5\,8$	$\frac{a}{a'} = \frac{1'\,4'\,5'\,8'}{2'\,3'\,6'\,7'}$	$8\,(\chi\,1)\,(2\,\varphi'\text{ III})^s_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	15	16	38	„	$1\,4\,5\,8$	$\frac{a}{a'} = \frac{1'\,4'\,5'\,8'}{2'\,3'\,6'\,7'}\, b = 2\,3\,6\,7$	$11\,\chi\,1\,(2\,\varphi'\text{ III})_{1'2'}$
$1\,b\,c$	15	16	39	„	$1\,1'\,4\,4'$	$b = 3\,3'\,6\,6' \quad c = 2\,2'\,7\,7'$	$7\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\text{ III})^c$
$1\,b\,c$	15	16	40	„	$1\,1'\,4\,4'$	$b = 2\,2'\,7\,7' \quad c = 3\,3'\,6\,6'$	$10\,\chi\,(3\,\varphi\text{ III})^c$
$a\,b\,c$	15	16	41	„	$1\,1'\,4\,4'$	$a = 5\,5'\,8\,8' \quad b = 3\,3'\,6\,6' \quad c = 2\,2'\,7\,7'$	$11\,\chi\,1\,(3\,\varphi\text{ III})$
$a\,b\,c$	15	16	42	„	$1\,1'\,4\,4'$	$a = 5\,5'\,8\,8' \quad b = 2\,2'\,7\,7' \quad c = 3\,3'\,6\,6'$	$11\,\chi\,(3\,\varphi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	43	„	$1\,3\,5\,7$	$a = 1'\,3'\,5'\,7' \; b = 2\,4\,6\,8$	$7\,(\chi\,1)\,(8\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	44	„	$1\,3\,5\,7$	$a = 1'\,3'\,5'\,7' \; b = 2'\,4'\,6'\,8'$	$7\,(\chi\,3)\,(8\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	45	„	$1\,3\,5\,7$	$a = 2\,4\,6\,8 \quad b = 1'\,3'\,5'\,7'$	$7\,(\chi\,4)\,(8\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	46	„	$1\,3\,5\,7$	$a = 2\,4\,6\,8 \quad b = 2'\,4'\,6'\,8'$	$7\,(\chi\,4)\,(8\text{ III})'$
$a\,b\,b$	15	16	46	„	$1\,3\,5\,7$	$a = 2'\,4'\,6'\,8' \; b = 1'\,3'\,5'\,7'$	$10\,\chi\,3\,(8\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	48	„	$1\,3\,5\,7$	$a = 2'\,4'\,6'\,8' \; b = 2\,4\,6\,8$	$10\,\chi\,2\,(8\text{ III})$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}1\,1$	15	16	49	10χ III	1 3 5 7	$\frac{a}{a'}=\frac{1'\,3'\,5'\,7'}{2'\,4'\,6'\,8'}$	$10\chi\,1\,(8\text{ III})^{s}_{1'2'}$
$\frac{a}{a}b\,b$	15	16	50	„	1 3 5 7	$\frac{a}{a'}=\frac{1'\,3'\,5'\,7'}{2'\,4'\,6'\,8'}\,b=2\,4\,6\,8$	$11\chi\,1\,(8\text{ III})_{1'2'}$
$a\,b\,b$	15	16	51	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a=1'\,3\,5'\,7\quad b=2\,4'\,6\,8'$	$18\,(\chi 1)\,(2\pi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	52	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a=1'\,3\,5'\,7\quad b=2'\,4\,6'\,8$	$18\,(\chi 3)\,(2\pi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	53	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a=2\,4'\,6\,8'\quad b=1'\,3\,5'\,7$	$10\chi\,3\,(2\pi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	54	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a=2\,4'\,6\,8'\quad b=2'\,4\,6'\,8$	$8\,(\chi 4)\,(2\pi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	55	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a=2'\,4\,6'\,8\quad b=1'\,3\,5'\,7$	$7\,(\chi 4)\,(2\pi\text{ III})$
$a\,b\,b$	15	16	56	„	$1\,3'\,5\,7'$	$a=2'\,4\,6'\,8\quad b=2\,4'\,6\,8'$	$18\,(\chi 2)\,(2\pi\text{ III})$

V. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	20	12	1	16δ III	$1\,1_1\,1_2$	$\frac{a}{a'}=\frac{5'\,5_1'\,5_2'}{4'\,4_1'\,4_2'}$	$14\alpha\,1\,(13\text{ III})_{4'5'}$

VI. Kubische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,a_1\,a_2$	28	12	1	19 III	$1\,1_1\,1_2=(1)_3$	$a=2_2'\,5_1\,6'\quad a_1=2'\,5_2\,6_1'$ $a_2=2_1'\,5\,6_2'$	(22) (13 III)
$a\,a_1\,a_2$	28	12	2	„	$1\,1_1\,1_2=(1)_3$	$a=2_1'\,5\,6_2'\quad a_1=2_2'\,5_1\,6'$ $a_2=2'\,5_2\,6_1'$	20 (13 III)
$a\,a_1\,a_2$	29	24	1	19χ III	$1\,1_1\,1_2\,5'\,5_1'\,5_2'$ $=(15')_3$	$a=1'\,2_2\,2_1'\,5\,6_1\,6_2'$ $a_1=1_1'\,2\,2_2'\,5_1\,6_2\,6'$ $a_2=1_2'\,2_1\,2'\,5_2\,6\,6_1'$	$20\chi\,(13\pi\text{ III})$
$a\,a_1\,a_2$	29	24	2	„	$1\,1_1\,1_2\,5'\,5_1'\,5_2'$ $=(15')_3$	$a=1_1'\,2\,2_2'\,5_1\,6_2\,6'$ $a_1=1_2'\,2_1\,2'\,5_2\,6\,6_1'$ $a_2=1'\,2_2\,2_1'\,5\,6_1\,6_2'$	$22\,(\chi 1)\,(13\pi\text{ III})$
$a\,a_1\,a_2$	30	24	1	19δ III	$(1\,8)_3$	$a=2_1'\,3_1'\,4\,5\,6_2'\,7_2'$ $a_1=2_2'\,3_2'\,4_1\,5_1\,6'\,7'$ $a_2=2'\,3'\,4_2\,5_2\,6_1'\,7_1'$	$20\delta\,(13\varphi\text{ III})$
$a\,a_1\,a_2$	31	24	1	22 III	$(1\,4')_3$	$a=2_1'\,3_2\,5\,6_2'\,7_1\,8'$ $a_1=2_2'\,3\,5_1\,6'\,7_2\,8_1'$ $a_2=2'\,3_1\,5_2\,6_1'\,7\,8_2'$	23 (16 III)
$a\,a_1\,a_2$	32	48	1	22χ III	$(1\,4'\,5'\,8)_3$	$a=1'2_2 2_1'3_2 3_1'4\,5\,6_1 6_2'7_1 7_2'8'$ $a_1=1_1'2\,2_2'3\,3_2'4_1 5_1 6_2 6'7_2 7'8_1'$ $a_1=1_2'2_1 2'3_1 3'4_2 5_2 6\,6_1'7\,7_1'8_2'$	$23\chi\,(16\delta\text{ III})$

Triparalleloëdersysteme VI. Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	1	16 III	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{4_1'}$	$(26)\,(1\text{ III})_r$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{4_2'}$	$(27)\,(1\text{ III})_l$

Triparalleloëdersysteme VIII. Ordnung.

III. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,b\,c$	8	8	1	4χ III	1	$a=1'\quad b=2\quad c=6$	$4\chi\,(1\text{ III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	2	„	1	$a=5'\quad b=2\quad c=6$	$2\,(\chi 3)\,(1\text{ III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	3	„	1	$a=2'\quad b=2\quad c=6$	$3\,(\chi 1)\,(1\text{ III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	4	„	1	$a=1'\quad b=5'\quad c=2'$	$14\,(\chi 1)\,(1\text{ III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	5	„	1	$a=1'\quad b=5'\quad c=6'$	$2\,(\chi 2)\,(1\text{ III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	6	„	1	$a=1'\quad b=6'\quad c=2'$	$2\,(\chi 4)\,(1\text{ III}_4)$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\,b\,c$	8	8	7	4χ III	1	$a=1'$ $b=5$ $c=6'$	$3\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	8	„	1	$a=1'$ $b=5$ $c=2'$	$2\,(\chi 4)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	9	„	1	$a=1'$ $b=2'$ $c=6'$	$4\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	10	„	1	$a=5'$ $b=6'$ $c=2'$	$2\,(\chi 6)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	11	„	1	$a=5'$ $b=5$ $c=2'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	12	„	1	$a=5'$ $b=5$ $c=6'$	$3\,(\chi 4)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	13	„	1	$a=5'$ $b=2'$ $c=6'$	$4\chi 3\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	14	„	1	$a=1'$ $b=6$ $c=2$	$2\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	15	„	1	$a=1'$ $b=6$ $c=5'$	$14\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	16	„	1	$a=1'$ $b=6$ $c=2'$	$14\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)''$
$a\,b\,c$	8	8	17	„	1	$a=1'$ $b=6$ $c=5$	$2\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	18	„	1	$a=5'$ $b=6$ $c=1'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	19	„	1	$a=5'$ $b=6$ $c=2$	$4\chi 2\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	20	„	1	$a=5'$ $b=6$ $c=5$	$3\,(\chi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	21	„	1	$a=5'$ $b=6$ $c=6'$	$3\,(\chi 4)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	22	„	1	$a=5'$ $b=1'$ $c=2'$	$14\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)$
$a\,b\,c$	8	8	23	„	1	$a=5'$ $b=1'$ $c=6'$	$2\,(\chi 6)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	24	„	1	$a=6$ $b=1'$ $c=2$	$14\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	25	„	1	$a=2'$ $b=6$ $c=2$	$3\,(\chi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)''$
$a\,b\,c$	8	8	26	„	1	$a=5$ $b=6$ $c=1'$	$14\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)''$
$a\,b\,c$	8	8	27	„	1	$a=2'$ $b=6$ $c=1'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)''$
$a\,b\,c$	8	8	28	„	1	$a=5$ $b=2'$ $c=1'$	$2\,(\chi 6)\,(1\,\mathrm{III}_4)''$
$a\,b\,c$	8	8	29	„	1	$a=6'$ $b=2'$ $c=1'$	$3\,(\chi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	30	„	1	$a=2'$ $b=5$ $c=1'$	$3\,(\chi 4)\,(1\,\mathrm{III}_4)''$
$a\,b\,c$	8	8	31	„	1	$a=6'$ $b=5$ $c=1'$	$4\chi 2\,(1\,\mathrm{III}_4)'$
$a\,b\,c$	8	8	32	„	1	$a=2'$ $b=6'$ $c=1'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)'''$
$a\,b\,c$	8	8	33	„	1	$a=5$ $b=6'$ $c=1'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{IV}$
$\frac{a}{a'}\,b\,1$	8	8	34	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=2$	$3\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,1$	8	8	35	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=6$	$3\,(\chi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	36	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=2$ $c=5$	$5\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_4)_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	37	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=6$ $c=5$	$5\chi 3\,(1\,\mathrm{III}_4)_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	38	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=2$ $c=2$	$4\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	39	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=2$ $c=6$	$5\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	40	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=6$ $c=2$	$5\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,1$	8	8	41	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=2$	$2\,(\chi 3)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,1$	8	8	42	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=6$	$2\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	43	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=2$ $c=5$	$4\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	44	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=6$ $c=5$	$4\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{III}_4)_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	45	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=2$ $c=2$	$4\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{III}_4)_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	46	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=2$ $c=6$	$6\chi\,(1\,\mathrm{III}_4)_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	8	8	47	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=6$ $c=2$	$6\chi 1\,(1\,\mathrm{III}_4)_{1'5'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	48	4χ III	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=5$	$3(\chi 3)(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	49	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=2$	$2(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}1\,c$	8	8	50	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $c=5$	$4\chi 2(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}1\,c$	8	8	51	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $c=2$	$3(\chi 3)(1\,\mathrm{III}_4)^{c'}_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	52	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=5$ $c=6$	$4(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	53	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=6$ $c=5$	$5\chi 3(1\,\mathrm{III}_4)_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	54	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=2$ $c=6$	$4(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_4)_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	55	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=6$ $c=2$	$3(\chi 4)(1\,\mathrm{III}_4)_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	56	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=2$ $c=5$	$6\chi 1(1\,\mathrm{III}_4)_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	57	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=5$ $c=2$	$5(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	58	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=5$ $c=5$	$5\chi 3(1\,\mathrm{III}_4)'_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	59	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{2'}$ $b=2$ $c=2$	$4(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)'_{2'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	60	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=5$	$3(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	61	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=6$	$2(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}1\,c$	8	8	62	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $c=5$	$4\chi 1(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}1\,c$	8	8	63	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $c=6$	$3(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_4)^{c}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	64	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=5$ $c=2$	$4(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	65	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=2$ $c=5$	$5\chi 2(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	66	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=6$ $c=2$	$4(\chi 2)(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	67	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=2$ $c=6$	$5\chi(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	68	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=5$ $c=6$	$5(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	69	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=6$ $c=5$	$6\chi 1(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	70	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=5$ $c=5$	$5\chi 1(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,c$	8	8	71	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$ $b=6$ $c=6$	$4(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_4)_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,b$	8	8	72	5χ III	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{8'}$ $b=4$	$3(\chi 4)(1\,\mathrm{III}_5)_{4'8'}$
$\frac{a}{a'}b\,b$	8	8	73	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$ $b=4$	$14(\chi 1)(1\,\mathrm{III}_5)_{1'5'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'} b b$	8	8	74	5χ III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $b = 5$	$3 (\chi 4) (1\ III_5)_{4' 5'}$
$\frac{a}{a'} b b$	8	8	75	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $b = 4$	$2 (\chi 5) (1\ III_5)_{4' 5'}$
$\frac{a}{a'} b b$	8	8	76	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1'}{4'}$ $b = 5$	$3 (\chi 2) (1\ III_5)_{1' 4'}$
$\frac{a}{a'} b b$	8	8	77	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1'}{4'}$ $b = 8$	$2 (\chi 2) (1\ III_5)_{1' 4'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	78	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{4'}{5}$	$2 (\chi 4) (1\ III_5)_{4' 5}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	79	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{4'}{5}$	$2 (\chi 5) (1\ III_5)_{4' 5}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	80	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{4}$	$14 (\chi 1) (1\ III_5)_{4 5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	81	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{4}$	$14 (\chi 2) (1\ III_5)_{4 5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	82	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{4'}$	$14 (\chi 1) (1\ III_5)'_{4' 5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	83	„	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{4'}$	$2 (\chi 6) (1\ III_5)_{4' 5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	84	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{4}{4'}$	$14 (\chi 2) (1\ III_5)_{4 4'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	85	„	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{4}{4'}$	$2 (\chi 5) (1\ III_5)_{4 4'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	86	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{5}$	$2 (\chi 5) (1\ III_5)_{5 5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	87	„	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{5}$	$3 (\chi 4) (1\ III_5)_{5 5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	88	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{4}{5}$	$2 (\chi 1) (1\ III_5)_{4 5}$
$a \frac{b}{b'} \frac{b}{b'}$	8	8	89	„	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{4}{5}$	$3 (\chi 3) (1\ III_5)_{4 5}$

IV. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a b c$	10	8	1	8φ III	1	$a = 4$ $b = 3$ $c = 7$	$8 \varphi 3 (1\ III)$
$a b c$	10	8	2	„	1	$a = 8$ $b = 3$ $c = 7$	$8 \varphi 1 (1\ III)$
$\frac{a}{a'} b c$	10	8	3	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7}{3}$ $b = 2$ $c = 6$	$17 (\varphi 1) (1\ III)_r$
$\frac{a}{a'} b c$	10	8	4	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7}{3}$ $b = 6$ $c = 2$	$17 (\varphi 2) (1\ III)_l$
$\frac{a}{a'} b c$	10	8	5	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{3}{7}$ $b = 2$ $c = 6$	$17 (\varphi 1) (1\ III)'_r$
$\frac{a}{a'} b c$	10	8	6	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{3}{7}$ $b = 6$ $c = 2$	$17 (\varphi 2) (1\ III)'_l$
$1 \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	10	8	7	„	1	$\frac{b}{b'} = \frac{3}{2}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6}$	$8 \varphi 2 (1\ III)^c_{2 3}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	10	8	8	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{3}{2}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6}$	$9 \varphi 1 (1\ III)_{2 3}$
$a b c$	12	8	1	8χ III	1	$a = 1'$ $b = 3$ $c = 7$	$8 \chi (1\ III)$
$a b c$	12	8	2	„	1	$a = 5'$ $b = 3$ $c = 7$	$8 \chi 1 (1\ III)$
$a b c$	12	8	3	„	1	$a = 1'$ $b = 3'$ $c = 7'$	$6 (\chi 1) (1\ III)'$
$a b c$	12	8	4	„	1	$a = 5'$ $b = 3'$ $c = 7'$	$6 (\chi 2) (1\ III)'$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$\frac{a}{a'} b\, c$	12	8	5	8χ III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7}{3}$ $b = 1'$ $c = 5'$	$17\,(\chi\, 1)\,(1\,\text{III})_r$
$\frac{a}{a'} b\, c$	12	8	6	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7}{3}$ $b = 3'$ $c = 7'$	$17\,(\chi\, 1)\,(1\,\text{III})_r'$
$\frac{a}{a'} b\, c$	12	8	7	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{3}{7}$ $b = 1'$ $c = 5'$	$17\,(\chi\, 1)\,(1\,\text{III})_l$
$\frac{a}{a'} b\, c$	12	8	8	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{3}{7}$ $b = 3'$ $c = 7'$	$17\,(\chi\, 1)\,(1\,\text{III})_l'$
$\frac{a}{a'} b\, c$	12	8	9	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{1'}$ $b = 3$ $c = 7$	$9\,\chi\,(1\,\text{III})_{1'5'}$
$\frac{a}{a'} b\, c$	12	8	10	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{1'}$ $b = 3'$ $c = 7'$	$6\,(\chi\, 1)\,(1\,\text{III})_{1'5'}'$
$1 \frac{b}{b'}$	12	8	11	"	1	$\frac{b}{b'} = \frac{3}{3'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{7'}$	$8\,\chi\, 1\,(1\,\text{III})_{3\,3'}^c$
$a \frac{b}{b'}$	12	8	12	"	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3}{3'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{7'}$	$9\,\chi\,(1\,\text{III})_{3\,3'}$
$a\, b\, c$	13	8	1	10 III	1	$a = 4'$ $b = 3$ $c = 7$	(7) (1 III)
$a\, b\, c$	13	8	2	"	1	$a = 8'$ $b = 3$ $c = 7$	10 (1 III)
$a\, b\, c$	13	8	3	"	1	$a = 4'$ $b = 2'$ $c = 6'$	(8) (1 III)
$a\, b\, c$	13	8	4	"	1	$a = 4'$ $b = 6'$ $c = 2'$	(18) (1 III)
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	5	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7}{3}$ $b = 2'$	$(23)\,(1\,\text{III})_r$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	6	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7}{3}$ $b = 4'$	$(23)\,(1\,\text{III})_r'$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	7	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{3}{7}$ $b = 2'$	$(24)\,(1\,\text{III})_l$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	8	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{3}{7}$ $b = 4'$	$(24)\,(1\,\text{III})_l'$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	9	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{6'}$ $b = 4'$	$(24)\,(1\,\text{III})_{2'6'}$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	10	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{6'}$ $b = 8'$	$(23)\,(1\,\text{III})_{2'6'}$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	11	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{4'}{8'}$ $b = 2'$	$(20)\,(1\,\text{III})_{4'8'}$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	12	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{4'}{8'}$ $b = 6'$	$(19)\,(1\,\text{III})_{4'8'}$
$\frac{a}{a'} b\, c$	13	8	13	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{4'}{8'}$ $b = 3$ $c = 7$	$11\,(1\,\text{III})_{4'8'}$
$1 \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	13	8	14	"	1	$\frac{b}{b'} = \frac{3}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6'}$	$(7)\,(1\,\text{III})_{2'3}^c$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	13	8	15	"	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6'}$	$11\,(1\,\text{III})_{2'3}$
$\frac{a}{a'} 1\, 1$	13	8	16	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{4'}$	$(19)\,(1\,\text{III})_{2'4'}^s$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	17	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{4'}$ $b = 5$	$(21)\,(1\,\text{III})_{2'4'}$
$\frac{a}{a'} 1\, 1$	13	8	18	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{8'}$	$(20)\,(1\,\text{III})_{2'8'}^s$
$\frac{a}{a'} b\, b$	13	8	19	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{8'}$ $b = 5$	$(21)\,(1\,\text{III})_{2'8'}$
$a\, b\, c$	14	8	1	$4\,\delta$ III	1	$a = 4$ $b = 3'$ $c = 7'$	$2\,(\delta\, 2)\,(1\,\text{III}_4)$
$a\, b\, c$	14	8	2	"	1	$a = 8$ $b = 3'$ $c = 7'$	$4\,\delta\, 1\,(1\,\text{III}_4)$
$a\, b\, c$	14	8	3	"	1	$a = 8$ $b = 2'$ $c = 6'$	$4\,\delta\, 1\,(1\,\text{III}_4)'$
$a\, b\, c$	14	8	4	"	1	$a = 8$ $b = 6'$ $c = 2'$	$2\,(\delta\, 2)\,(1\,\text{III}_4)'$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$\frac{a}{a'}bc$	14	8	5	$4\,\delta$ III	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$ $b=3'$ $c=7'$	$5(\delta 1)(1\,\text{III}_4)_{2'6'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	6	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{3'}{2'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{7'}{6'}$	$5\,\delta\,2\,(1\,\text{III}_4)^c_{2'3'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	7	„	1	$a=8$ $\frac{b}{b'}=\frac{3'}{2'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{7'}{6'}$	$7\,\delta\,1\,(1\,\text{III}_4)_{2'3'}$
abc	14	8	8	$5\,\delta$ III	1	$a=8$ $b=3'$ $c=7'$	$4\,\delta\,1\,(1\,\text{III}_5)$
abc	14	8	9	„	1	$a=4'$ $b=3'$ $c=7'$	$5\,\delta\,3\,(1\,\text{III}_5)$
abc	14	8	10	„	1	$a=8'$ $b=2$ $c=6$	$5\,\delta\,(1\,\text{III}_5)$
abc	14	8	11	„	1	$a=8'$ $b=6$ $c=2$	$5\,\delta\,2\,(1\,\text{III}_5)$
$\frac{a}{a'}bc$	14	8	12	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{8'}$ $b=3'$ $c=7'$	$7\,\delta\,1\,(1\,\text{III}_5)_{4'8'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	13	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{3'}{2}$ $\frac{c}{c'}=\frac{7'}{6}$	$2(\delta 1)(1\,\text{III}_5)^c_{2\,3'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	14	„	1	$a=8'$ $\frac{b}{b'}=\frac{3'}{2}$ $\frac{c}{c'}=\frac{7'}{6}$	$6\,\delta\,(1\,\text{III}_5)_{2\,3'}$
abc	15	16	1	$10\,\chi$ III	$1\,5'$	$a=4'8$ $b=3\,7'$ $c=3'7$	$7(\chi 4)(1\,\pi\,\text{III})$
abc	15	16	2	„	$1\,5'$	$a=4\,8'$ $b=3\,7'$ $c=3'7$	$10\,\chi\,3\,(1\,\pi\,\text{III})$
abc	15	16	3	„	$1\,5'$	$a=4'8$ $b=2'6$ $c=2\,6'$	$8(\chi 4)(1\,\pi\,\text{III})$
abc	15	16	4	„	$1\,5'$	$a=4'8$ $b=2\,6'$ $c=2'6$	$18(\chi 3)(1\,\pi\,\text{III})$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	5	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{1'5'}$ $b=2\,6$	$18(\chi 1)(3\,\text{III})_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	6	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{1'5'}$ $b=4\,8$	$18(\chi 3)(3\,\text{III})_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	7	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{2'6'}$ $b=3\,7$	$7(\chi 4)(3\,\text{III})_{2'3'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	8	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{2'6'}$ $b=2\,6$	$18(\chi 2)(3\,\text{III})_{2'3}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	9	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{4'8'}$ $b=3\,7$	$10\,\chi\,3\,(3\,\text{III})_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	10	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{4'8'}$ $b=4\,8$	$8(\chi 4)(3\,\text{III})_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}bc$	15	16	11	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{3'7'}{4'8'}$ $b=1'5'$ $c=2'6'$	$21(\chi 1)(3\,\text{III})_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	12	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'}{4'8'}$ $b=2\,6$	$8(\chi 3)(3\,\text{III})_{2'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	13	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'}{4'8'}$ $b=4\,8$	$8(\chi 4)(3\,\text{III})_{2'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	14	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'}{2'6'}$ $b=3\,7$	$7(\chi 3)(3\,\text{III})_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	15	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'}{2'6'}$ $b=4\,8$	$18(\chi 3)(3\,\text{III})_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	16	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'}{4'8'}$ $b=3\,7$	$10\,\chi\,1\,(3\,\text{III})_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}bb$	15	16	17	„	$1\,5$	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'}{4'8'}$ $b=2\,6$	$8(\chi 2)(3\,\text{III})_{1'4'}$
abc	15	16	18	„	$1\,8'$	$a=1'8$ $b=2'3$ $c=6'7$	$10\,\chi\,1\,(4\,\text{III})$
abc	15	16	19	„	$1\,8'$	$a=4\,5'$ $b=2'3$ $c=6'7$	$10\,\chi\,3\,(4\,\text{III})$
abc	15	16	20	„	$1\,8'$	$a=1'8$ $b=2\,3'$ $c=6\,7'$	$8(\chi 1)(4\,\text{III})$
abc	15	16	21	„	$1\,8'$	$a=4\,5'$ $b=2\,3'$ $c=6\,7'$	$18(\chi 4)(4\,\text{III})$
$1\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	15	16	22	„	$1\,8'$	$\frac{b}{b'}=\frac{2'3}{2\,3'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{6'7}{6\,7'}$	$10\,\chi\,2\,(4\,\text{III})^c_{2\,2'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	15	16	23	„	$1\,8'$	$a=1'8$ $\frac{b}{b'}=\frac{2'3}{2\,3'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{6'7}{6\,7'}$	$11\,\chi\,1\,(4\,\text{III})_{2\,2'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\,b\,c$	15	16	24	10χ III	1 4'	$a = 1'4 \quad b = 3\,6' \quad c = 2'7$	$7\,(\chi 3)\,(4\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	25	„	1 4'	$a = 5'8 \quad b = 3\,6' \quad c = 2'7$	$7\,(\chi 4)\,(4\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	26	„	1 4'	$a = 1'4 \quad b = 3'6 \quad c = 2\,7'$	$18\,(\chi 3)\,(4\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	27	„	1 4'	$a = 5'8 \quad b = 3'6 \quad c = 2\,7'$	$8\,(\chi 4)\,(4\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	28	„	1 1'	$a = 4\,4' \quad b = 3\,3' \quad c = 7\,7'$	$7\,(\chi 3)\,(1\,\chi\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	29	„	1 1'	$a = 8\,8' \quad b = 3\,3' \quad c = 7\,7'$	$10\,\chi\,1\,(1\,\chi\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	30	„	1 1'	$a = 4\,4' \quad b = 2\,2' \quad c = 6\,6'$	$8\,(\chi 1)\,(1\,\chi\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	31	„	1 1'	$a = 4\,4' \quad b = 6\,6' \quad c = 2\,2'$	$18\,(\chi 3)\,(1\,\chi\ \mathrm{III})$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{c}{c'}$	15	16	32	„	1 1'	$\frac{b}{b'} = \frac{3\,3'}{2\,2'} \quad \frac{c}{c'} = \frac{7\,7'}{6\,6'}$	$7\,(\chi 1)\,(1\,\chi\ \mathrm{III})^{c}_{2\,3}$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{c}{c'}$	15	16	33	„	1 1'	$a = 8\,8' \quad \frac{b}{b'} = \frac{3\,3'}{2\,2'} \quad \frac{c}{c'} = \frac{7\,7'}{6\,6'}$	$11\,\chi\,1\,(1\,\chi\ \mathrm{III})_{2\,3}$
$a\,b\,c$	15	16	34	„	1 8	$a = 1'8' \quad b = 2\,3 \quad c = 6\,7$	$10\,\chi\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	35	„	1 8	$a = 4'5' \quad b = 2\,3 \quad c = 6\,7$	$7\,(\chi 2)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	36	„	1 8	$a = 1'8' \quad b = 2'3' \quad c = 6'7'$	$8\,(\chi 2)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	37	„	1 8	$a = 4'5' \quad b = 2'3' \quad c = 6'7'$	$8\,(\chi 3)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	38	„	1 4	$a = 1'4' \quad b = 3\,6 \quad c = 2\,7$	$7\,(\chi 1)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	39	„	1 4	$a = 5'8' \quad b = 3\,6 \quad c = 2\,7$	$10\,\chi\,2\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	40	„	1 4	$a = 1'4' \quad b = 3'6' \quad c = 2'7'$	$18\,(\chi 1)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$a\,b\,c$	15	16	41	„	1 4	$a = 5'8' \quad b = 3'6' \quad c = 2'7'$	$18\,(\chi 2)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	15	16	42	„	1 4	$\frac{a}{a'} = \frac{5'8'}{1'4'} \quad b = 3\,6 \quad c = 2\,7$	$11\,\chi\,1\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,c$	15	16	43	„	1 8	$\frac{a}{a'} = \frac{1'8'}{4'5'} \quad b = 2\,3 \quad c = 6\,7$	$11\,\chi\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})_{1'4'}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{c}{c'}$	15	16	44	„	1 8	$\frac{b}{b'} = \frac{2\,3}{2'3'} \quad \frac{c}{c'} = \frac{6\,7}{6'7'}$	$7\,(\chi 2)\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})^{c}_{3\,3'}$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{c}{c'}$	15	16	45	„	1 8	$a = 1'8' \quad \frac{b}{b'} = \frac{2\,3}{2'3'} \quad \frac{c}{c'} = \frac{6\,7}{6'7'}$	$11\,\chi\,(1\,\chi'\ \mathrm{III})_{3\,3'}$

VI. Kubische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,a_1\,a_2$	29	24	1	19χ III	$1\,1_1\,1_2$	$a = 1'\,2_2\,6_1 \quad a = 1_1'\,2\,6_2$ $a_2 = 1_2'\,2_1\,6$	$19\,\chi\,(13\ \mathrm{III})$
$a\,a_1\,a_2$	29	24	2	„	$1\,1_1\,1_2$	$a = 1_2'\,2_1\,6 \quad a_1 = 1'\,2_2\,6_1$ $a_2 = 1_1'\,2\,6_2$	$25\,(\chi 1)\,(13\ \mathrm{III})$
$a\,a_1\,a_2$	30	24	1	19δ III	$1\,1_1\,1_2$	$a = 3_1'\,4\,7_2' \quad a_1 = 3_2'\,4_1\,7'$ $a_2 = 3'\,4_2\,7_1'$	$19\,\delta\,1\,(13\ \mathrm{III})$
$a\,a_1\,a_2$	31	24	1	22 III	$1\,1_1\,1_2$	$a = 3_2\,7_1\,8' \quad a_1 = 3\,7_2\,8_1'$ $a_2 = 3_1\,7\,8_2'$	$22\,(13\ \mathrm{III})$
$a\,a_1\,a_2$	32	24	1	22χ III	$(15')_3$	$a = 3_2\,3_1'\,4\,7_1\,7_2'\,8'$ $a_1 = 3\,3_2'\,4_1\,7_2\,7'\,8_1'$ $a_2 = 3_1\,3'\,4_2\,7\,7_1'\,8_2'$	$22\,\chi\,1\,(13\,\alpha\ \mathrm{III})$
$a\,a_1\,a_2$	32	24	2	„	$(18)_3$	$a = 1'\,2_2\,3_2\,6_1\,7_1\,8'$ $a_1 = 1_1'\,2\,3\,6_2\,7_2\,8_1'$ $a_2 = 1_2'\,2_1\,3_1\,6\,7\,8_2'$	$22\,\chi\,(13\,\varphi\ \mathrm{III})$
$a\,a_1\,a_2$	32	24	3	„	$(14')_3$	$a = 1'\,2_2\,3_1'\,4\,6_1\,7_2'$ $a_1 = 1_1'\,2\,3_2'\,4_1\,6_2\,7'$ $a_2 = 1_2'\,2_1\,3'\,4_2\,6\,7_1'$	$9\,(\chi 1)\,(16\ \mathrm{III})$

Ab-leitungs-form	Sym-metrie-art	Sym-metrie-grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
Triparalleloëdersysteme XVI. Ordnung.							
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	1	10χ III	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1'}{4'}$ $b = 3$ $c = 7$	$7 (\chi 3) (1\ \mathrm{III})_{1'4'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	2	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1'}{4'}$ $b = 7$ $c = 3$	$10 \chi 1 (1\ \mathrm{III})_{1'4'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	3	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1'}{4'}$ $b = 2$ $c = 6$	$8 (\chi 1) (1\ \mathrm{III})_{1'4'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	4	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{1'}{4'}$ $b = 6$ $c = 2$	$18 (\chi 3) (1\ \mathrm{III})_{1'4'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	5	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $b = 3$ $c = 7$	$7 (\chi 4) (1\ \mathrm{III})_{4'5'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	6	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $b = 7$ $c = 3$	$10 \chi 3\ 1\ \mathrm{III})_{4'5'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	7	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $b = 2$ $c = 6$	$18 (\chi 4) (1\ \mathrm{III})_{4'5'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	8	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $b = 6$ $c = 2$	$8 (\chi 4) (1\ \mathrm{III})_{4'5'}$
$\frac{a}{a'} \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	9	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5'}{4'}$ $\frac{b}{b'} = \frac{3'}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7'}{6'}$	$21 (\chi 1) (1\ \mathrm{III})_{4'5'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	10	„	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3}{2}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6}$	$10 \chi 2 (1\ \mathrm{III})_{2\,3}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	11	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6'}$	$7 (\chi 3) (1\ \mathrm{III})_{2'3}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	12	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{3}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7}{6'}$	$7 (\chi 4) (1\ \mathrm{III})_{2'3}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	13	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3'}{2}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7'}{6}$	$18 (\chi 1) (1\ \mathrm{III})_{2\,3'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	14	„	1	$a = 8$ $\frac{b}{b'} = \frac{3'}{2}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7'}{6}$	$18 (\chi 2) (1\ \mathrm{III})_{2\,3'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	15	„	1	$a = 1'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3'}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7'}{6'}$	$18 (\chi 3) (1\ \mathrm{III})_{2'3'}$
$a \frac{b}{b'} \frac{c}{c'}$	15	16	16	„	1	$a = 8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3'}{2'}$ $\frac{c}{c'} = \frac{7'}{6'}$	$8 (\chi 4) (1\ \mathrm{III})_{2'3'}$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	17	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{4'}$ $b = 6$ $c = 2$	$21 (\chi 1) (1\ \mathrm{III})_r$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	18	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{4'}$ $b = 2$ $c = 6$	$21 (\chi 2) (1\ \mathrm{III})_r$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	19	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{4'}{2'}$ $b = 6$ $c = 2$	$21 (\chi 1) (1\ \mathrm{III})_l$
$\frac{a}{a'} b c$	15	16	20	„	1	$\frac{a}{a'} = \frac{4'}{2'}$ $b = 2$ $c = 6$	$21 (\chi 2) (1\ \mathrm{III})_l$

51. Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme haben unter einander so viele Analogien, dass es sachgemäss erscheint, dieselben zusammen zu behandeln. Diese Analogien rühren daher, dass ausser für die trikline Syngonie diese Raumfiguren stets Grenzflächen besitzen, welche nicht singulären Colonnen zugeordnet sind. Da aber dieser Umstand der wichtigste ist bei der Auffindung der Ableitungsformen, so kommt es, dass in den überaus meisten Fällen diesen Systemen dieselben Punktsysteme zu Grunde liegen. Daraus entsteht die auffallende Analogie auch in den Symbolen. Am schärfsten ist diese Analogie für die tetragonale

und die hexagonale Syngonieart ausgeprägt (für die letztere zeigen mit diesen Systemen auch die Triparalleloëdersysteme auffallende Analogie). Umgekehrt tritt am schärfsten der Unterschied für die kubische Syngonie zu Tage, da z. B. Systeme II. Ordnung nur unter den Hepta- und nicht unter den Hexaparalleloëdersystemen bestehen.

Was speciell die Systeme II. Ordnung betrifft, so ist offenbar, dass allein die Ableitungsformen $a11$ (resp. $1a1$, $11a$), $1aa$ (resp. $a1a$, $aa1$) und aaa denkbar sind. Für die trikline Syngonie haben wir die Gleichwerthigkeit der Ableitungsformen $a11$ und aaa für die Hexaparalleloëder und $a11$ und $1aa$ für die Heptaparalleloëder, indem die ersten wie die letzten sich auf triparallelogonale primäre Schichtensysteme, aaa für Heptaparalleloëder auf Gittersysteme, $1aa$ für Hexaparalleloëder auf diparallelogonale Schichtensysteme beziehen. Da aber die Schichten I. Ordnung der Schichtensysteme nur den singulären Flächen entsprechen können, welche für die kubische Syngonie unmöglich sind, so ergiebt sich daraus von selbst, dass für dieselbe die Hexaparalleloëdersysteme unmöglich sind.

Sonst ist der Ableitungsgang der Systeme II. Ordnung so einfach, dass er schwerlich aufklärender Bemerkungen bedarf[1]).

[1]) Bei dem Vergleich ganz verschiedener Paralleloëdersysteme ersehen wir als einen recht allgemeinen Fall, dass denselben ein und dasselbe regelmässige Punktsystem zu Grunde liegt, was übrigens aus den Symbolen direct einleuchtend ist. Da aber sämmtliche regelmässige Punktsysteme sich unter einander durch das Gesetz der Vertheilung der Symmetrieelemente scharf unterscheiden, und auch umgekehrt diejenigen, welche dieselben Symmetrieelemente in derselben räumlichen Vertheilung enthalten, als ein einziges aufgefasst werden, so zeigt dieser Umstand, dass die Verschiedenheit solcher Systeme nicht in dem Gesetz dieser Vertheilung ihren Grund findet.

Von Anfang an wurde in dieser Arbeit hervorgehoben, dass jetzt nicht nur allein die Symmetrieelemente und deren Vertheilung im Raume, sondern auch die Vertheilung der Colonnen und Schichten und deren Verhältniss zu den Symmetrieelementen in Betracht zu ziehen sind. Es wurde von Anfang an festgestellt, dass diese letzte Vertheilung in den Systemen der Paralleloëder verschiedener Art verschieden ist. Dabei bleibt es überhaupt gleichgiltig, ob wir mit primären oder beliebig secundären Paralleloëdern operiren, da diejenigen Constructionen, welche hierzu dienen, keinen Einfluss auf die Vertheilung der Colonnen und Schichten im Raume besitzen.

Aber es ist am Platze, darauf hinzuweisen, dass es besondere Constructionen giebt, welche dazu führen, die Form der als primär aufgefassten Paralleloëder zu ändern, oder sogar die Paralleloëder einer Art in eine andere zu überführen.

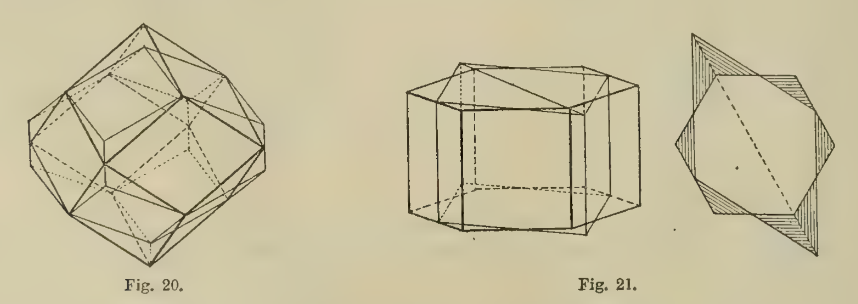


Fig. 20. Fig. 21.

Um die Constructionen I. Art an einem Beispiel zu veranschaulichen, vergleiche man die in der Fig. 20 dargestellte Construction. Man sieht, dass sie zu denjenigen gehört, welche ein primäres Paralleloëder in ein secundäres verwandeln; wenn aber auch diese Construction keinen Einfluss auf die Vertheilung der Schichten und Colonnen besitzt, so wird durch dieselbe doch die Form des Parallelo-

52. Die Systeme III. Ordnung sind den Triparalleloëdern so nahe analog, dass jetzt nur auf die Ausführungen des § 40 Bezug zu nehmen ist.

Was nun die Lage der polaren Schraubenaxen betrifft, so ist leicht zu beweisen, dass ihre Schnittpunkte mit den Grenzebenen durch folgende Construction bestimmt werden.

Für das Hexaparalleloëder (Fig. 22) ziehe man die längere Rhombendiagonale ab, bc und ca und von Punkt A aus die Geraden Ae und Ae', wo e und e' die Mittelpunkte der entsprechenden Kanten sind. Die Schnittpunkte r bestimmen die rechten, und die Schnittpunkte l die linken Axen.

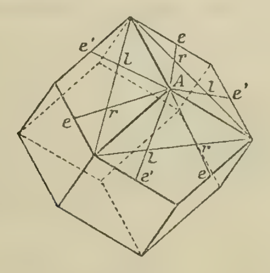


Fig. 22.

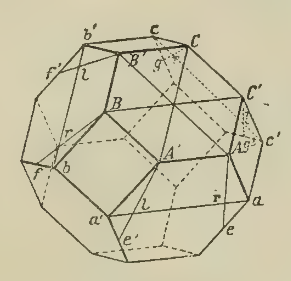


Fig. 23.

Für das Heptaparalleloëder (Fig. 23) ziehe man die Diagonalen aa', bb' und cc', und man verbinde die Eckpunkte A, A', B, B', C und C' der zur Axe senkrechten Grenzebene resp. mit den Mittelpunkten e, e', f, f', g und g' der Kanten. Die Schnittpunkte r bestimmen die Lage der rechten, die Schnittpunkte l die der linken Axen.

ëders wesentlich verändert; es entsteht diejenige Form, welche vom Verfasser seit den 70er Jahren als verlängertes Hexaparalleloëder bezeichnet wurde.

Noch tiefgreifender ist die in der Fig. 21 veranschaulichte Construction, welche, obgleich sie ebenfalls zu denjenigen gehört, welche die primären Paralleloëder in die secundären verwandeln, aber jetzt, dem Wesen nach, das Paralleloëder einer Art, und zwar das Tetraparalleloëder, in ein Paralleloëder anderer Art, in das Triparalleloëder, verwandelt, oder auch umgekehrt, das Triparalleloëder in das Tetraparalleloëder. Als Resultat dieser Construction erhält man eine ganz andere Vertheilung der Colonnen und Schichten. Man sieht aber, dass man dieses Resultat nicht stufenweise, sondern nur auf einmal, abrupt, erzielt; es giebt keine Uebergänge zwischen beiden extremen Fällen, und somit kann kein Zweifel entstehen, von welchem Punkt an man anstatt des Tetraparalleloëdersystems ein Triparalleloëdersystem, oder umgekehrt, erhält. Derartige Constructionen lassen sich auch für andere Paralleloëderarten aufstellen. Auf diese Verhältnisse wurde vom Verfasser seit der Aufstellung der Theorie der regulären Plan- und Raumtheilung hingewiesen (E. G. L. § 58).

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass unter den hier aufgestellten Systemen auch so nahestehende vorkommen, dass es vielleicht in Frage gestellt werden kann, ob dieselben nicht als identische aufzufassen wären. Hierzu gehören z. B. einerseits alle diejenigen Tri- und Tetraparalleloëdersysteme, in welchen die Einheiten asymmetrisch sind und zugleich Symmetrieebenen als die peripherischen Elemente der Verbandsymmetrie auftreten, andererseits diejenigen, in welchen dieselben Symmetrieebenen explicit auftreten, wenn dabei das zu Grunde liegende regelmässige Punktsystem dasselbe bleibt. Es giebt in dieser Hinsicht analoge Fälle, in welchen die 2-zählige Symmetrieaxe einerseits peripherisch, andererseits explicit auftritt. Analoges gilt für Triparalleloëdersysteme mit asymmetrischen Einheiten und peripherischen 4-zähligen Symmetrieaxen u. s. f. In allen derartigen Fällen sind die Systeme zwar durch entsprechende Symbole von einander scharf zu unterscheiden (die Systeme erweisen sich nothwendiger Weise als zu verschiedenen Ordnungen zugehörig), aber denselben liegen nicht nur identische regelmässige Punktsysteme zu Grunde, sondern auch die Vertheilung der Schichten und

53. Da die Auffindung der Systeme IV. Ordnung umständlicher ist, wollen wir dieselbe etwas ausführlicher angeben.

Drei Zahlen abc der Ableitungsform können keineswegs sämmtlich von einander unabhängig sein, da dies mindestens das System VIII. Ordnung bedeuten würde.

Betrachten wir zuerst die phanerotopischen Hexaparalleloëdersysteme.

Keine von den Zahlen b und c kann gleich 1 sein. Wenn eine davon gleich 1 wäre, so würden wir eine Colonne I. Ordnung und nicht singulärer Richtung haben; eine andere gleichwerthige Colonne I. Ordnung würde die Entstehung einer Schicht I. Ordnung bedingen, und das System wäre kryptotopisch. Auch keine von den Zahlen c und b kann gleich a sein, da wir sonst eine Colonne nicht singulärer Richtung erhalten hätten, und folglich das System ein kryptotopisches wäre.

Für Heptaparalleloëdersysteme haben wir, dass keine der drei Zahlen gleich 1 sein kann, und zwar aus demselben Grunde. Auch für sie kann a weder b noch c gleich sein, da diese Gleichheiten die Entstehung der Reihen I. Ordnung und nicht singulärer Richtung bedingt hätten, und zwei gleichwerthige Colonnen I. Ordnung würden die Entstehung eines Schichtensystems bedingen.

54. Wenn eine Colonne höherer Ordnung $\frac{a}{a'}$ vorhanden ist und eine andere durch charakteristische Zahlen $\frac{b}{b'}$ bestimmt wird, so folgt, dass, wenn $b = a$, b nicht gleich b' sein kann; wäre dies der Fall, so würden wir ein Netz I. Ordnung haben, welchem auch die Einheit a' angehört hätte, und dann würde auch a gleich a' sein, was der Annahme widerspricht.

Daraus folgt, dass wenn eine Colonne höherer Ordnung $\frac{a}{a'}$ vorhanden ist, keine phanerotopische Colonne durch eine der Zahlen a oder a' charakterisirt werden kann.

Wenn $a = b$, so ist leicht einzusehen, dass auch $a' = b'$ sein muss. In der That bestimmen die Einheiten a und b eine Reihe I. Ordnung; a' und b' gehören aber einer parallelen Reihe I. Ordnung an und sind folglich unter einander gleich.

Colonnen darf als analog angesehen werden. Dem Wesen nach besteht hier der Unterschied darin, dass, was in einem Fall für eine einzige mit expliciter Symmetrie begabte Einheit gilt, in anderem Fall für eine Gesammtheit von 2, von 4 Einheiten angenommen wird, welche dabei ebenso viel in ihrer expliciten Symmetrie verlieren.

Ich halte aber denjenigen Standpunkt in rein geometrischer wie in praktischer Hinsicht (in Bezug auf die Anwendungen auf die Theorie der Krystallstructur) als allein richtig, von welchem aus solche Systeme als verschiedene behandelt werden.

Vom rein geometrischen Standpunkte können wir nämlich als Einheiten ebenso asymmetrische wie durch verschiedene Symmetrieelemente ausgezeichnete Einheiten annehmen, und dieser Umstand allein ist hinreichend, um den Unterschied der Systeme festzustellen. Dabei aber ergiebt sich auch der Unterschied in den gegenseitigen Verhältnissen der Symmetrieelemente und Colonnen resp. Schichten.

Vom Standpunkte der Anwendungen ist natürlich die Frage, was eigentlich für eine Einheit der Krystallstructur anzunehmen wäre, nicht einstimmig und unwidersprechlich aufgelöst, und es bleibt noch viel Raum, diese Frage von verschiedensten Seiten zu behandeln und in erster Linie die physikalischen Folgerungen von verschiedenen Annahmen zu erschöpfen. Es wäre also nicht zweckmässig, von Anfang an Dinge zu identificiren, welche nach einem längeren Ueberlegen und Experimentiren als sehr verschiedene sich erweisen können.

Für Systeme IV. Ordnung ist die Annahme zweier verschiedener Colonnen $\frac{a}{a'}$ und $\frac{b}{b'}$ höherer Ordnung unmöglich, da jetzt überhaupt nur drei verschiedene charakteristische Zahlen zur Verfügung stehen.

55. Bei der Auswahl der charakteristischen Zahlen sind folgende Beschränkungen zu berücksichtigen.

Für das Hexaparalleloëder sind die Annahmen $a = 3$, $a = 7$, $a = 3'$, $a = 7'$, $a = 4$ ausgeschlossen, da diese Annahme das Auftreten der entsprechenden Symmetrieelemente in expliciter Form zur Folge hätte, und dann würden sie überhaupt kein Element der Verbandsymmetrie sein. Ist $c = 3'$, so ist $b = 7'$, $a = 5$.

Für das Heptaparalleloëder ist nothwendig anzunehmen, dass bei $c = 3$, $a = 7$ und bei $a = 3$, $b = 7$, und umgekehrt (bei $a = 7$, $c = 3$ und bei $b = 7$, $a = 3$).

56. Für Systeme der monoklinen Syngonie sind verschiedene Grundtypen zu berücksichtigen, und zwar 3χ VI und 3χ VI' für das Hexaparalleloëder, 3χ VII und 3χ VII' für das Heptaparalleloëder.

Für den Typus 3χ VI mit Verbandsymmetrieelement 1', 5 und 5' erhalten wir direct sämmtliche phanerotopische Systeme durch einfache Permutation der Zahlen, wobei die Zahlen b und c als gleichwerthige nicht permutirt werden. Dies hat darin seinen Grund, dass man weder $b = c$, noch $a = b$ (resp. c) setzen kann.

Für die kryptotopischen Systeme kann man a nur gleich $\frac{5}{5'}$ setzen, da 1' central ist; b kann ausser $\frac{5}{5'}$ noch $\frac{5'}{1'}$, aber nicht $\frac{5}{1'}$ gleich gesetzt werden.

Für den Typus 3χ VI' und phanerotopische Systeme ist ebenfalls weder $b = c$ noch $a = b$ (resp. c) zu setzen erlaubt, und nun bleiben die Zahlen b und c zu permutiren.

In den kryptotopischen Systemen kann die Colonne a überhaupt nicht kryptotopisch auftreten, da weder $a = 4$ noch $a = 8'$ zu setzen erlaubt ist. Für b ist das Setzen $\frac{4}{8'}$ nicht zulässig (daraus würde nothwendig 5' explicit erscheinen). Es bleiben also zwei zulässige Annahmen übrig, und zwar $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{8'}$ und $\frac{b}{b'} = \frac{5'}{4}$.

Für den Typus 3χ VII der Heptaparalleloëder haben wir mit dem Typus 3χ VI so auffallende Analogie, dass es nur der Wiederholung bedarf.

Sämmtliche phanerotopische Heptaparalleloëdersysteme IV. Ordnung sind überhaupt Colonnensysteme, da dieser Raumfigur 7 Colonnen zugeordnet sind, während die Anzahl der Verbandsymmetrieelemente 3 ist, und keine von ihnen zu mehr als einer Colonne gehören kann. Nun existirt in dem Typus 3χ VII' nur eine einzige (verticale) Colonne singulärer Richtung; sie muss also nothwendig die Colonne I. Ordnung sein; daraus folgt aber, dass $b = c'$ und $c = b'$, also $b = b' = c = c'$. Diese Bedingung führt aber dazu, dass allein die Ableitungsform abb zulässig ist, und dass die vollständige Darstellung der Systeme auf die einfache und vollständige Permutation der Zahlen 4, 5' und 8' hinauskommt.

Für kryptotopische Systeme ist die Annahme $b = 4$ überhaupt unzulässig (da das Symmetrieelement central wäre); auch ist die Annahme $\frac{a}{a'} = \frac{4}{8'}$ ausgeschlossen (dies würde

zur expliciten Symmetrie führen). Es bleiben also die Annahmen $b = \frac{5'}{8'}$ und $a = \frac{5'}{8'}$ und $\frac{4}{5'}$ allein zulässig.

57. Für die rhombische Syngonie ist zuerst hervorzuheben, dass nicht bei allen Grundtypen entsprechende phanerotopische Systeme vorhanden sind, und zwar diejenigen nicht, welche Grenzflächen besitzen, deren zugeordnete Colonnen von ganz allgemeiner Lage sind, d. h. zu allen drei singulären Richtungen schief stehen. Solche Richtungen treten in der Anzahl 4 gleichwerthig auf. Sehen wir von der 8. Symmetrieart ab, so finden wir, dass sämmtliche Elemente der Verbandsymmetrie schneidende sind. Jedes derselben, einzeln genommen, bestimmt eine Reihe resp. eine Colonne I. Ordnung; zwei derselben würden also ein Schichtnetz resp. eine Schicht I. Ordnung bestimmen. Solche Systeme IV. Ordnung können aber nicht phanerotopisch sein. Die Systeme der 8. Symmetrieart lassen sich aber von den vorigen durch Einführen der expliciten Symmetrie ableiten. Dabei bleibt aber die Ableitungsform unberührt erhalten.

Somit sind die phanerotopischen Systeme nur für die Typen 7 VI, 7 VII, $3\varphi''$ VI, $3\varphi''$ VII, $3\varphi''$ VII', 7χ VI und 7χ VII zulässig. Für Hexaparalleloëder gilt dabei allein die Ableitungsform abc, und für Heptaparalleloëder abb. Für jede Symmetrieart sind dann nur die charakteristischen Zahlen zu permutiren mit Rücksicht auf die scheinbare Symmetrie.

Die kryptotopischen Systeme lassen sich als solche, welche aus lauter Schichten resp. Schichtnetzen I. Ordnung bestehen, besonders einfach ableiten, in Anbetracht, dass die Schichtebenen nur die singulären sein können.

58. Für die Systeme der tetragonalen Syngonie ist die Möglichkeit des Auftretens der Symmetrieelemente als die des Verbandes in ansehnlichem Grade beschränkt, und es erscheint zweckmässig, die individuellen Eigenschaften dieser Elemente tabellarisch darzustellen. Die peripherischen Symmetrieelemente stehen frei zur Verfügung. Die wenigen Beschränkungen in dieser Verfügung sind oben (§ 55) erwähnt. Das Auftreten eines centralen Elementes hat die Entstehung einer Colonne II. Ordnung zur directen Folge. Ist aber diese Colonne von nicht singulärer Richtung, so werden dadurch 4 Colonnen (in der Anzahl der gleichwerthigen Richtungen) II. Ordnung bedingt; folglich kommt das phanerotopische System zu Stande. Speciell für 1' (a des Hexaparalleloëders) wird zuerst nur die singuläre phanerotopische Schicht bedingt; für dieselbe gilt aber jetzt der 1. Satz, § 29; obgleich die Gleitrichtung nicht die singuläre ist, so folgt doch aus dem Vorhandensein der 4-zähligen Deckaxen nothwendig, dass stets zugleich beide unter einander senkrechte Gleitrichtungen vorhanden sind. Auf Grund dieses Satzes ist die Folgerung aufzustellen, dass auch in diesem Falle das System phanerotopisch ist. Kurz ausgedrückt, tritt ein einziges centrales Element der Verbandsymmetrie auf, so ist das System phanerotopisch. Tritt ein schneidendes Element in singulärer Richtung auf, so ist dadurch das Colonnensystem bedingt. Wenn aber die Richtung nicht die singuläre ist, so wird ein Schicht- resp. Schichtnetzsystem bedingt, welches nicht das phanerotopische sein kann, sondern nur das kryptotopische. Wie aber jetzt die Schichten nur singulär sein können, so muss die durch das gesagte Element bedingte Colonne der singulären Ebene parallel sein. Solche Systeme lassen sich aber besonders einfach darstellen.

Nun lassen wir alle diese Eigenschaften der Symmetrieelemente tabellarisch zusammenstellen.

		1′	2	6	2′	6′	4	8	4′	8′	3	7	3′	7′	5	5′
Hexaparalleloëder	a	ph	s	s	s	s	x	ph	—	ph	x	x	—	—	—	—
	b	s	ph	c	s	—	x	x	s	s	—	—	—	—	c	—
	c	s	c	ph	—	s	x	x	s	s	—	—	—	—	c	—
Heptaparalleloëder	a	s	x	x	s	s	c	ph	—	s	—	—	—	—	c	—
	b	s	x	x	s	s	ph	c	s	—	—	—	—	—	c	—
	c	s	x	x	s	s	ph	c	s	—	—	—	—	—	c	—

In dieser Tabelle bedeutet ph phanerotopisches, c Colonnen-, s Schicht- resp. Schichtnetzsystem, — bedeutet ein peripherisches Symmetrieelement und x ist ein unzulässiges.

Die Aufsuchung der Systeme bezieht sich eigentlich auf die 9. und 11. Symmetrieart, und auf diejenige der 10., 12., 13. und 14., welche explicit das Element 5 enthalten; die übrigen lassen sich von den vorigen einfach durch Hinzufügung der expliciten 2-zähligen Symmetrieelemente ableiten. Die Systeme der 15. Symmetrieart lassen sich ebenfalls aus den vorigen durch die Einschaltung der 2-zähligen Symmetriearten in expliciter Form darstellen; man braucht aber dabei nicht alle vier (und zwar 10., 12., 13. und 14) zu berücksichtigen. Es sind nur die untergeordneten Symmetriegruppen auszubilden (5., 6., 7., 9. und 11. Symmetrieart), und dann nur diejenigen zu berücksichtigen, welche dazu geeignet sind. Wie aber die einzuschaltenden Symmetriearten die Gruppen darstellen müssen, welche nicht der Gruppe der Verbandsymmetrie untergeordnet sind, sondern davon unabhängig sein muss, so können wir z. B. sämmtliche Systeme aus den Systemen der 12. Symmetrieart durch Einschaltung der Symmetrieelemente 2, 4, 6, 8, 2′, 4′, 6′, 8′ darstellen, und auf diese Weise die 5., 6., 7., aber nicht die 9. und 11. Symmetrieart explicit einschalten; speciell für die 9. müssen wir die Systeme der 14., und speciell für die 11. die 13. (oder 10.) Symmetrieart berücksichtigen.

59. Für die Systeme der hexagonalen Syngonie haben wir nur die für Triparalleloëder geltenden Betrachtungen zu wiederholen.

60. Die Systeme der kubischen Syngonie lassen sich sämmtlich von denen der 28. Symmetrieart, und diese von denjenigen Systemen der 6. Symmetrieart durch die Einschaltung der expliciten 3-zähligen Symmetrieaxe ableiten, welche solche Einschaltung zulassen.

Für Hexaparalleloëdersysteme sind also nur die Systeme 1, 2 und 3, und für Heptaparalleloëder diejenigen phanerotopischen Systeme der 6. Symmetrieart zu berücksichtigen, welche dem Typus 6 VII zu Grunde liegen, solche sind aber nicht vorhanden. Daraus ist zu schliessen, dass überhaupt Heptaparalleloëdersysteme IV. Ordnung der kubischen Syngonie nicht möglich sind.

Von den drei zu Grunde liegenden Hexaparalleloëdersystemen lassen nur 1. und 3. die genannte Symmetrieaxe einschalten. Es sind also nur zwei Hexaparalleloëdersysteme IV. Ordnung der 28. Symmetrieart möglich. Die Systeme der 29. Symmetrieart lassen sich von denselben durch Hinzufügung des Inversionscentrums ableiten; die beiden sind möglich. Die Systeme der 30. Symmetrieart würden durch Einschaltung der Symmetrieebene 8, und die Systeme der 31. Symmetrieart durch die Einschaltung der 2-zähligen Symmetrieaxe 4′

zu Stande kommen; solche Einschaltung ist aber nur für System 19 (13 VI) zulässig. Endlich lässt sich ein einziges System der 32. Symmetrieart durch die Einschaltung der Symmetriearten 4′, 5′ und 8 zusammengenommen ableiten.

61. Für die Systeme VI. Ordnung haben wir nur die für Triparalleloëdersysteme geltenden Betrachtungen zu wiederholen.

62. Bei der Auffindung der Systeme VIII. Ordnung und rhombischer Syngonie sind die Typen 7χ VI, 6χ VI, 6χ VII und 7χ VII zu berücksichtigen.

Schicken wir erst als Vorbemerkung den Satz voran, dass jetzt die Schicht- resp. Schichtnetzsysteme ausgeschlossen sind. In der That würden solche Systeme als aus lauter parallel gestellte Schichten resp. Schichtnetzen I. Ordnung aufzufassen sein, und dann wäre das die Einheiten jeder ersten und dritten Schicht verbindende Symmetrieelement ein vierzähliges, was für die Systeme der rhombischen Syngonie ausgeschlossen ist. Somit ist aber zugleich jedes Verbandsymmetrieelement ausgeschlossen, welches eine Colonne resp. Colonnenreihe I. Ordnung in nicht singulärer Richtung bedingt.

Darauf fussend, ist es leicht, die hierzu gehörenden Systeme erschöpfend darzustellen.

Für den Typus 7χ VI stehen überhaupt nur folgende Verbandsymmetrieelemente zur Verfügung: 1′, 2, 2′, 5, 5′, 6 und 6′. Von diesen ist 5′ für sämmtliche Grenzflächen peripherisch, 5 ist für a, 6′ für b und 2′ für c peripherisch; 1′, 2 und 6 sind resp. für a, b und c central; alle übrigen sind die schneidenden und bedingen die Colonnenreihen I. Ordnung.

Für phanerotopische Systeme sind die letzteren überhaupt ausgeschlossen, da ein solches Element eine Schicht II. Ordnung bedingen würde, und das phanerotopische System, welches aus lauter solchen parallelen Schichten II. Ordnung bestehe, wäre das System IV. und nicht VIII. Ordnung. Für phanerotopische Systeme bleiben somit nur die peripherischen und centralen Elemente zur Verfügung stehen. In Folge dessen können wir zwei derselben beliebig auswählen, z. B. $b = 2$, $c = 6$; dann ist aber $a = 5$ nothwendige Folge, und es bleibt (§ 26) eine andere Fläche d auszuwählen; nehmen wir in Betracht, dass 2′ und 6′ nothwendiger Weise in diesem Fall peripherisch auftreten, so finden wir, dass die Annahme $d = 5'$ unzulässig ist, und es bleibt eine einzige Annahme $d = 1'$ übrig, und somit kommt ein einziges hierzu gehöriges System zu Stande.

Alle übrigen Systeme sind die kryptotopischen. Da in denselben nothwendiger Weise Schichten II. Ordnung vorhanden sind, so sind die Systeme selbst als aus lauter solchen parallelen Schichten bestehend zu betrachten. Diese Schichten bilden aber dabei eine kryptotopische Reihe. Der Bestimmtheit wegen können wir für diese Schichten die horizontalen annehmen; somit werden die Combinationen der Symmetrieelemente durch zweckmässige Vertauschung bestimmt.

Für den Typus 6χ VI, wo die Symmetrieelemente 1′, 4, 4′, 5, 5′, 8, 8′ zur Verfügung stehen, finden wir, dass nur 5′ für sämmtliche Grenzflächen peripherisch ist; für die Grenzflächen b und c sind sämmtliche übrigen Elemente die schneidenden. Daraus kommt, dass irgend eine Auswahl, in welcher zwei schneidende Symmetrieelemente ausgeschlossen sind, unmöglich ist, also die Systeme selbst unmöglich sind.

Die Heptaparalleloëdersysteme und zwar des Typus 7χ VII erhalten wir direct, sich auf die Analogie mit 7χ VI stützend. Die Systeme des Typus 6χ VII sind ebenfalls unmöglich.

63. Für die Systeme der tetragonalen Syngonie sind die Schichtsysteme zulässig, da ein 4-zähliges Symmetrieelement, welches versteckt auftreten kann, wirklich vorhanden ist: das ist die polare 4-zählige Schraubenaxe. Diejenigen schneidenden Symmetrieelemente, welche eine zur singulären Richtung schief stehende Colonne I. Ordnung bedingen, sind gänzlich ausgeschlossen. Diejenigen, welche eine der singulären Ebene parallele Colonne I. Ordnung bedingen, führen zur Ausbildung der Schichtsysteme, und diejenigen in der singulären Richtung zur Ausbildung der Colonnensysteme; die letzteren können aber nicht phanerotopisch auftreten, da sonst die Systeme höchstens IV. Ordnung zu Stande kämen. Das Auftreten eines centralen Verbandsymmetrieelementes bedingt nothwendig die Ausbildung des phanerotopischen Systems.

Die Schichtsysteme VIII. Ordnung sind nur dann möglich, wenn sämmtliche kryptotopisch auftretende polare Schraubenaxen von einem und demselben Windungssinn sind. Dabei ist aber das Vorhandensein jeglicher Elemente der geraden Symmetrie ausgeschlossen. Folglich sind solche Systeme allein für die 13. Symmetrieart zulässig.

Bei der Aufsuchung müssen wir wieder von der Tabelle, § 58, Gebrauch machen. Für die Systeme VIII. Ordnung sind aber auch die Annahmen $a = 3'$ und $a = 7'$ ausgeschlossen (es würde daraus explicite Symmetrie folgen).

Für die 10. Symmetrieart sind die Schichtsysteme ausgeschlossen; folglich keine zwei von drei Zahlen a, b, c gleich sein können. Wie aber für Hexaparalleloëder die Annahmen $a = 3$, $a = 7$ ebenso ausgeschlossen sind, so muss entweder b oder c einer dieser Zahlen gleich sein. Aus den hierzu gehörenden Zahlencomplexen 2 3 4 5 6 7 8 sind für b und c die Zahlen 4 und 8 ausgeschlossen. Andere Annahmen sind unzulässig.

Die Heptaparalleloëdersysteme lassen sich direct auf Grund der mit der ersteren bestehenden Analogie ermitteln.

Für die 12. Symmetrieart lässt sich das einzige phanerotopische System aus der Annahme $b = 7'$, $c = 3'$ direct auffinden, da daraus $a = 5$, und die Lagen der 4-zähligen Schraubenaxen eindeutig bestimmt sind. Dabei ist $d = 1'$. Es bleiben allein die Annahmen übrig, dass $d = 5'$ resp. 5 ist, und dann treten zwei kryptotopische Systeme zu Tage.

Die Heptaparalleloëdersysteme ergeben sich direct auf Grund ihrer Analogie.

Ebenfalls lässt sich für die 13. Symmetrieart das einzige vorhandene phanerotopische Hexaparalleloëdersystem dadurch eindeutig bestimmen, dass man z. B. $b = 7$ und $c = 2'$ setzt. Als phanerotopisches enthält es nothwendiger Weise die polaren Axen von entgegengesetztem Windungssinn. Andere Systeme lassen sich dadurch bestimmen, dass man entweder den beiden Zahlen b und c die Bedeutungen 3 oder 7 zuschreibt, oder eine dieser Zahlen wird z. B. b und die andere c' zugeschrieben. Im ersten Falle b' und c', im zweiten b' und c kommen die eindeutig festzustellenden Zahlen für peripherische Symmetrieelemente $2'$ oder $6'$ zu.

Wird aber eine der letzteren Zahlen als der Ausdruck einer schneidenden Schraubenaxe angenommen, so entstehen nothwendig die Schichtsysteme mit kryptotopischen polaren Axen. Je nach dem Windungssinne unterscheidet man zwei verschiedene Systeme.

Für Heptaparalleloëder werden die Systeme auf Grund der Analogie direct erschöpfend aufgefunden.

Für die 14. Symmetrieart geht die Auffindung der Systeme besonders einfach vor sich, da es nothwendig ist, für *b* und *c* die Zahlen 3′ und 7′ zu setzen, und für die übrigen schiefen Flächen sind die peripherischen und nur diejenigen schneidenden Symmetrieaxen zu setzen erlaubt, welche die Reihen I. Ordnung bedingen.

Die Systeme der 15. Symmetrieart lassen sich aus den vorigen durch Einschaltung eines 2-zähligen Symmetrieelementes in expliciter Form ausbilden. Es sind also die Systeme der Prüfung zu unterziehen, ob sie eine solche Einschaltung zulassen. Diese Operation ist allein für die explicit auftretende Axe 5 nicht zulässig, da dieselbe stets eine untergeordnete Symmetrieart ausbildet. Für dieselbe ist also eine specielle Operation anzuwenden.

Auf Grund des 1. Satzes, § 29, schliessen wir, dass in diesem Fall die der singulären Ebene parallelen Reihen nothwendig I. Ordnung sind; die dieser Ebene parallelen Schichten sind also höchstens II. Ordnung. Ein hierzu gehörendes System wäre also als solches aufzufassen, welches aus lauter parallelen Schichten höchstens II. Ordnung bestehe. Schichten I. Ordnung kann es jetzt nicht geben, da ein 8-zähliges Symmetrieelement, welches in diesem Falle kryptotopisch auftreten müsste, nicht vorhanden ist. Es sind also allein die Schichten II. Ordnung zulässig, welche eine Aneinanderfolge von 4 verschiedenen Gliedern darstellen, und keine Einheit einer dieser Schicht kann dieselbe Orientirung mit keiner Einheit jeder der 3 anderen Schichten zulassen. Somit sind als Verbandsymmetrieelemente alle diejenigen ausgeschlossen (2 4 6 8), welche dieser Bedingung nicht genügen; auch 3 und 7 sind ausgeschlossen, da sie den kryptotopisch auftretenden polaren Schraubenaxen angehören müssen (wobei natürlich die Axen beiderlei Windungssinnes hätten vorkommen müssen). Für 4 Paar schiefer Flächen bleiben allein folgende Gruppen zulässig: a) 1′5′, b) 2′6′, c) 4′8′, d) 3′7′. Da aber von zwei Gruppen b) und c) eine den Symmetrieelementen angehört, welche die Ausbildung der Colonnen I. Ordnung und folglich auch die Schichten I. Ordnung bedingen, so ist auch von denselben nur eine zulässig. Daraus folgt, dass überhaupt kein hierzu gehöriges System vorhanden ist.

64. Die Systeme kubischer Syngonie lassen sich einfach aus den früheren durch die Einschaltung der 3-zähligen Symmetrieaxe explicit ableiten.

Für Hexaparalleloëder der 29. Symmetrieart ist das einzige System 1 der 8. Symmetrieart um die Möglichkeit dieser Einschaltung zu prüfen (wie aber dies zulässig erscheint, erhalten wir wirklich ein hierzu gehöriges System). Für Hexaparalleloëder der 30. Symmetrieart erhält man auf eben diese Weise aus dem System 1 der 14. Symmetrieart, und für die 31. Symmetrieart erhält man das neue System aus System 1 der 13. Symmetrieart. Wie aber in allen diesen Fällen je ein einziges System zur Verfügung steht, so sind alle übrigen Annahmen ausgeschlossen, und keine Systeme mehr möglich.

Endlich erhalten wir noch zwei neue Systeme der 32. Symmetrieart durch die Einschaltung des Inversionscentrums resp. der Symmetrieebene 8 in die eben erhaltenen Systeme. Auch jetzt sind alle übrigen Annahmen ausgeschlossen.

Die analoge Prüfung für das Heptaparalleloëdersystem führt uns dazu, dass dem System 1 der 8. Symmetrieart die 3-zählige Symmetrieaxe nicht eingeschaltet werden kann, was übrigens daraus augenscheinlich ist, dass aus drei gleichwerthigen (in Bezug auf die einzuschaltende Symmetrieaxe) Zahlen 8, 8′ und 4 zwei der geraden und eine der Decksymmetrie gehören. Für die Systeme der 13. und 14. Symmetriearten führt uns die Prüfung zum

positiven Resultate, und wir erhalten zwei neue Systeme der 30. und 31. Symmetrieart und dabei je eine mit Ausschluss der übrigen Annahmen. Aus diesen beiden lässt sich durch Einschaltung des Inversionscentrums ein und nur ein der 32. Symmetrieart zugehörendes System erhalten.

65. Was die Systeme XVI. Ordnung betrifft, so sind folgende Annahmen zu prüfen: a) entweder besteht ein solches der 15. Symmetrieart angehörendes System aus lauter parallelen Schichten I. Ordnung, oder b) sind solche Schichten II. Ordnung, oder endlich c) sind diese Schichten IV. oder höherer Ordnung.

Die Annahme a) ist von vornherein ausgeschlossen, da für dieselbe das Vorhandensein eines 8-zähligen Symmetrieelementes nothwendig ist, welches kryptotopisch auftreten würde. Solche Symmetrieelemente sind aber nicht vorhanden.

Die Annahme b) schliesst aus der Reihe der Verbandsymmetrieelemente diejenigen, welche durch die Zahlen 3 und 7 ausgedrückt werden, und auch alle diejenigen, welche eine Schicht mit der dritten verbindet, also die Zahlen 2, 4, 6, 8, aus; dabei sind die Zahlen der beiden durch eine Schicht getrennten Schichten von einander nicht unabhängig, sondern derart verbunden, dass aus denselben die resultirenden 4-zähligen polaren Axen herauskommen. Hier liegen offenbar zwei und nur zwei Möglichkeiten vor: es sind entweder die Zahlen einer Schicht 3′ und 7′ und der anderen 5′ und 1′, oder die Zahlen einer Schicht 2′ und 6′ und der anderen 4′ und 6′; beide Annahmen führen aber zu Systemen VIII. Ordnung.

Die Annahme der Schichten IV. Ordnung erfordert, dass für jede der zwei Schichten je vier den gestellten Bedingungen genügende Elemente der Verbandsymmetrie vorhanden sind. Dies ist aber nicht der Fall, da von den vier Elementen 2′, 4′, 6′ und 8′ stets zwei schneidende sind, welche die Entstehung von Schichten höchstens II. Ordnung bedingen. Da weitere Annahmen ausgeschlossen sind, so erhalten wir als Resultat, dass überhaupt Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme XVI. Ordnung nicht möglich sind.

V. Hexa- und Heptaparalleloëder II. und höherer Ordnung.

Ab-leitungs-form	Sym-metrie-art	Sym-metrie-grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
				Hexa- und Heptaparalleloëder II. Ordnung.*)			
				I. Trikline Syngonie.			
1 *a a*	2	2	1	1 π VI	1	$a = 5'$	1 π (1 VI)^s
a a a	2	2	2	„	1	$a = 5'$	1 π (1 VI)$^{s'}$
a 1 1	2	2	1	1 π VII	1	$a = 5'$	1 π (1 VII)^s
a a a	2	2	2	„	1	$a = 5'$	1 π (1 VII)^g

*) Der Anschaulichkeit wegen sind sämmtliche Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme bildlich in den Tafeln VI—XIII dargestellt. Aus diesen Tabellen ist sehr leicht die Tri- und Tetraparalleloëdersysteme mit der ihnen entsprechenden Lagerung der Symmetrieelemente in Vorstellung zu halten. Dies ist aber für Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme etwas schwieriger.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
				II. Monokline Syngonie.			
1 *a a*	3	2	1	3 VI	1	$a = 5$	$(1)(1\ \mathrm{VI})^s$
a 1 *a*	3	2	2	„	1	$a = 5$	$3\ (1\ \mathrm{VI})^s$
1 *a a*	3	2	3	3 VI'	1	$a = 4'$	$(1)(1\ \mathrm{VI}')^s$
a a a	3	2	4	„	1	$a = 4'$	$3\ (1\ \mathrm{VI}')^s$
a 1 1	3	2	1	3 VII	1	$a = 5$	$3\ (1\ \mathrm{VII})^s$
a a a	3	2	2	„	1	$a = 5$	$(1)(1\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	3	2	3	3 VII'	1	$a = 4'$	$3\ (1\ \mathrm{VII}')^s$
a a a	3	2	4	„	1	$a = 4'$	$3\ (1\ \mathrm{VII}')^g$
1 *a a*	3	2	5	„	1	$a = 4'$	$(1)(1\ \mathrm{VII}')^s$
1 *a a*	4	2	1	$1\chi'$ VI	1	$a = 1'$	$1\chi 1\ (1\ \mathrm{VI})^s$
a 1 *a*	4	2	2	„	1	$a = 1'$	$1\chi' 1\ (1\ \mathrm{VI})^s$
1 *a a*	4	2	3	$1\chi'$ VI'	1	$a = 8$	$1\chi 1\ (1\ \mathrm{VI}')^s$
a a a	4	2	4	„	1	$a = 8$	$1\chi' 1\ (1\ \mathrm{VI}')^s$
a 1 1	4	2	1	$1\chi'$ VII	1	$a = 1'$	$1\chi' 1\ (1\ \mathrm{VII})^s$
a a a	4	2	2	„	1	$a = 1'$	$1\chi 1\ (1\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	4	2	3	$1\chi'$ VII'	1	$a = 8$	$1\chi' 1\ (1\ \mathrm{VII}')^s$
a a a	4	2	4	„	1	$a = 8$	$1\chi' 1\ (1\ \mathrm{VII}')^g$
1 *a a*	4	2	5	„	1	$a = 8$	$1\chi 1\ (1\ \mathrm{VII}')^s$
1 *a a*	5	4	1	3χ VI	1 5'	$a = 1'5$	$1\ (\chi 2)(1\pi\ \mathrm{VI})^s$
a 1 *a*	5	4	2	„	1 5'	$a = 1'5$	$3\chi 1\ (1\pi\ \mathrm{VI})^s$
1 *a a*	5	4	3	„	1 5	$a = 1'5'$	$2\chi 1\ (3\ \mathrm{VI}')^s$
a 1 *a*	5	4	4	„	1 5	$a = 1'5'$	$3\chi 1\ (3\ \mathrm{VI}')^s$
1 *a a*	5	4	5	„	1 1'	$a = 5\ 5'$	$1\ (\chi 1)(1\chi'\ \mathrm{VI})^s$
a 1 *a*	5	4	6	„	1 1'	$a = 5\ 5'$	$3\chi\ (1\chi'\ \mathrm{VI})^s$
1 *a a*	5	4	7	3χ VI'	1 5'	$a = 4'8$	$1\ (\chi 2)(1\pi\ \mathrm{VI}')^s$
a a a	5	4	8	„	1 5'	$a = 4'8$	$3\chi 1\ (1\pi\ \mathrm{VI}')^s$
1 *a a*	5	4	9	„	1 4'	$a = 5'8$	$2\chi 1\ (3\ \mathrm{VI}')^s$
a a a	5	4	10	„	1 4'	$a = 5'8$	$3\chi 1\ (3\ \mathrm{VI}')^s$
1 *a a*	5	4	11	„	1 8	$a = 4'5'$	$1\ (\chi 1)(1\chi'\ \mathrm{VI}')^s$
a a a	5	4	12	„	1 8	$a = 4'5'$	$3\chi\ (1\chi'\ \mathrm{VI}')^s$
a 1 1	5	4	1	3χ VII	1 5'	$a = 1'5$	$3\chi 1\ (1\pi\ \mathrm{VII})^s$
a a a	5	4	2	„	1 5'	$a = 1'5$	$1\ (\chi 2)(1\pi\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	5	4	3	„	1 5	$a = 1'5'$	$3\chi 1\ (3\ \mathrm{VII})^s$
a a a	5	4	4	„	1 5	$a = 1'5'$	$2\chi 1\ (3\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	5	4	5	„	1 1'	$a = 5\ 5'$	$3\chi\ (1\chi'\ \mathrm{VII})^s$
a a a	5	4	6	„	1 1'	$a = 5\ 5'$	$1\ (\chi 1)(1\chi'\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	5	4	7	3χ VII'	1 5'	$a = 4'8$	$3\chi 1\ (1\pi\ \mathrm{VII}')^s$
a a a	5	4	8	„	1 5'	$a = 4'8$	$3\chi 1\ (1\pi\ \mathrm{VII}')^g$
1 *a a*	5	4	9	„	1 5'	$a = 4'8$	$1\ (\chi 2)(1\pi\ \mathrm{VII}')^s$
a 1 1	5	4	10	„	1 4'	$a = 5'8$	$3\chi 1\ (4\ \mathrm{VII}')^s$
a a a	5	4	11	„	1 4'	$a = 5'8$	$3\chi 1\ (4\ \mathrm{VII}')^g$
1 *a a*	5	4	12	„	1 4'	$a = 5'8$	$2\chi 1\ (4\ \mathrm{VII}')^s$
a 1 1	5	4	13	„	1 8	$a = 4'5'$	$3\chi\ (1\chi'\ \mathrm{VII}')^s$
a a a	5	4	14	„	1 8	$a = 4'5'$	$3\chi\ (1\chi'\ \mathrm{VII}')^g$
1 *a a*	5	4	15	„	1 8	$a = 4'5'$	$1\ (\chi 1)(1\chi'\ \mathrm{VII}')^s$
				III. Rhombische Syngonie.			
1 *a a*	6	4	1	7 VI	1 5	$a = 2'6'$	$5\ (3\ \mathrm{VI})^s$
a a 1	6	4	2	„	1 5	$a = 2'6'$	$(4)(3\ \mathrm{VI})^s$
1 *a a*	6	4	3	6 VI	1 5	$a = 4'8'$	$(2)(3\ \mathrm{VI})^s$
1 *a a*	6	4	4	„	1 4'	$a = 5\ 8'$	$(2)(3\ \mathrm{VI}')^s$
a a a	6	4	1	6 VII	1 5	$a = 2'6'$	$(2)(3\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	6	4	2	7 VII	1 5	$a = 4'8'$	$(4)(3\ \mathrm{VII})^s$
a a a	6	4	3	„	1 5	$a = 4'8'$	$5\ (3\ \mathrm{VII})^g$
a 1 1	6	4	4	„	1 4'	$a = 5\ 8'$	$(4)(3\ \mathrm{VII}')^s$
a a a	6	4	5	„	1 4'	$a = 5\ 8'$	$(4)(3\ \mathrm{VII}')^g$

Ab-leitungs-form	Sym-metrie-art	Sym-metrie-grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
1 *a a*	6	4	6	7 VII	1 4′	*a* = 5 8′	5 (3 VII′)^s
1 *a a*	7	4	1	3 φ″ VI	1 5	*a* = 2 6	2 φ′ 1 (3 VI)^s
a a 1	7	4	2	„	1 5	*a* = 2 6	3 φ 3 (3 VI)^s
1 *a a*	7	4	3	„	1 2	*a* = 5 6	1 (φ 5) (1 χ′ VI)^s
a a 1	7	4	4	„	1 2	*a* = 5 6	3 φ 1 (1 χ′ VI)^s
a 1 *a*	7	4	5	„	1 2	*a* = 5 6	3 φ 2 (1 χ′ VI)^s
1 *a a*	7	4	6	3 φ′ VI	1 5	*a* = 4 8	2 φ 4 (3 VI)^s
1 *a a*	7	4	7	„	1 8	*a* = 4 5	1 (φ 2) (1 χ′ VI′)^s
1 *a a*	7	4	8	3 φ′ VI′	1 4′	*a* = 1′ 4	2 φ 4 (3 VI′)^s
1 *a a*	7	4	9	„	1 1′	*a* = 4 4′	1 (φ 2) (1 χ′ VI)^s
1 *a a*	7	4	10	„	1 4	*a* = 1′ 4′	1 (φ 2) (1 χ′ VII′)^s
a a a	7	4	1	3 φ′ VII	1 5	*a* = 2 6	2 (φ 4) (3 VII)^g
a a a	7	4	2	„	1 2	*a* = 5 6	1 (φ 2) (1 χ′ VII)^g
a a a	7	4	3	3 φ″ VII	1 5	*a* = 4 8	2 φ′ 1 (3 VII)^g
a 1 1	7	4	4	„	1 5	*a* = 4 8	3 φ 3 (3 VII)^s
a 1 1	7	4	5	„	1 8	*a* = 4 5	3 φ 1 (1 χ′ VII′)^s
a a a	7	4	6	„	1 8	*a* = 4 5	1 (φ 5) (1 χ′ VII′)^g
1 *a a*	7	4	7	„	1 8	*a* = 4 5	3 φ 2 (1 χ′ VII′)^s
a 1 1	7	4	8	3 φ″ VII′	1 4′	*a* = 1′ 4	3 φ 3 (3 VII′)^s
a a a	7	4	9	„	1 4′	*a* = 1′ 4	3 φ 3 (3 VII′)^g
1 *a a*	7	4	10	„	1 4′	*a* = 1′ 4	2 φ′ 1 (3 VII′)^s
a 1 1	7	4	11	„	1 1′	*a* = 4 4′	3 φ 1 (1 χ′ VII)^s
a a a	7	4	12	„	1 1′	*a* = 4 4′	3 φ 2 (1 χ′ VII)^g
1 *a a*	7	4	13	„	1 1′	*a* = 4 4′	1 (φ 5) (1 χ′ VII)^s
a 1 1	7	4	14	„	1 4	*a* = 1′ 4′	3 φ 2 (1 χ′ VII′)^s
a a a	7	4	15	„	1 4	*a* = 1′ 4′	3 φ 1 (1 χ′ VII′)^g
a 1 1	7	4	16	„	1 4	*a* = 1′ 4′	1 (φ 5) (1 χ′ VII′)^s
1 *a a*	8	8	1	7 χ VI	1 1′ 5 5	*a* = 2 2′ 6 6′	5 χ 1 (3 χ VI)^s
a a 1	8	8	2	„	1 1′ 5 5	*a* = 2 2′ 6 6′	4 (χ 2) (3 χ VI)^s
1 *a a*	8	8	3	„	1 2′ 5 6′	*a* = 1′ 2 5′ 6	5 χ 3 (7 VI)^s
1 *a a*	8	8	4	„	1 2 5 6	*a* = 1′ 2′ 5′ 6′	5 χ 2 (3 φ″ VI)^s
a 1 *a*	8	8	5	„	1 2 5 6	*a* = 1′ 2′ 5′ 6′	4 (χ 1) (3 φ″ VI)^s
1 *a a*	8	8	6	6 χ VI	1 1′ 5 5′	*a* = 4 4′ 8 8′	2 (χ 4) (3 χ VI)^s
1 *a a*	8	8	7	„	1 4′ 5′ 8	*a* = 1′ 4 5 8′	2 (χ 4) (3 χ VI′)^s
1 *a a*	8	8	8	„	1 4′ 5 8′	*a* = 1′ 4 5′ 8	4 χ 3 (6 VI)^s
1 *a a*	8	8	9	„	1 4 5 8	*a* = 1′ 4′ 5′ 8′	2 (χ 3) (3 φ′ VI)^s
1 *a a*	8	8	10	„	1 1′ 4 4′	*a* = 5 5′ 8 8′	2 (χ 3) (3 φ′ VI′)^s
a a a	8	8	1	6 χ VII	1 1′ 5 5′	*a* = 2 2′ 6 6′	2 (χ 4) (3 χ VII)^g
a a a	8	8	2	„	1 2′ 5 6′	*a* = 1′ 2 5′ 6	4 χ 3 (6 VII)^g
a a a	8	8	3	„	1 2 5 6	*a* = 1′ 2′ 5′ 6′	2 (χ 3) (3 φ′ VII)^g
a 1 1	8	8	4	7 χ VII	1 1′ 5 5′	*a* = 4 4′ 8 8′	4 (χ 2) (3 χ VII)^s
a a a	8	8	5	„	1 1′ 5 5′	*a* = 4 4′ 8 8′	5 χ 1 (3 χ VII)^g
a 1 1	8	8	6	„	1 4′ 5′ 8	*a* = 1′ 4 5 8′	4 (χ 2) (3 χ VII′)^s
a a a	8	8	7	„	1 4′ 5′ 8	*a* = 1′ 4 5 8′	4 (χ 2) (3 χ VII′)^g
1 *a a*	8	8	8	„	1 4′ 5′ 8	*a* = 1′ 4 5 8′	5 χ 1 (3 χ VII′)^s
a 1 1	8	8	9	„	1 4′ 5 8′	*a* = 1′ 4 5′ 8	5 χ 3 (7 VII)^s
a a a	8	8	10	„	1 4′ 5 8′	*a* = 1′ 4 5′ 8	5 χ 3 (7 VII)^g
a 1 1	8	8	11	„	1 4 5 8	*a* = 1′ 4′ 5′ 8′	4 (χ 1) (3 φ″ VII)^s
a a a	8	8	12	„	1 4 5 8	*a* = 1′ 4′ 5′ 8′	5 χ 2 (3 φ″ VII)^g
a 1 1	8	8	13	„	1 1′ 4 4′	*a* = 5 5′ 8 8′	4 (χ 1) (3 φ″ VII′)^s
a a a	8	8	14	„	1 1′ 4 4′	*a* = 5 5′ 8 8′	4 (χ 1) (3 φ″ VII′)^g
1 *a a*	8	8	15	„	1 1′ 4 4′	*a* = 5 5′ 8 8′	5 χ 2 (3 φ″ VII′)^s

IV. Tetragonale Syngonie.

Ab-leitungs-form	Sym-metrie-art	Sym-metrie-grösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
1 *a a*	9	4	1	9 VI	1 5	*a* = 3 7	(6) (3 VI)^s
a a a	9	4	1	9 VII	1 5	*a* = 3 7	(6) (3 VII)^s
1 *a a*	10	8	1	9 φ VI	1 2 5 6	*a* = 3 4 7 8	6 (φ 3) (3 φ″ VI)^s
1 *a a*	10	8	2	„	1 4 5 8	*a* = 2 3 6 7	6 (φ 1) (3 φ′ VI)^s
1 *a a*	10	8	3	„	1 3 5 7	*a* = 2 4 6 8	8 φ 3 (9 VI)^s

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
a a a	10	8	1	9φ VII	1 2 5 6	*a* = 3 4 7 8	$6(\varphi 1)(3\varphi'$ VII$)^g$
a a a	10	8	2	„	1 4 5 8	*a* = 2 3 6 7	$6(\varphi 3)(3\varphi''$ VII$)^g$
a a a	10	8	3	„	1 3 5 7	*a* = 2 4 6 8	$8\varphi 3$ (9 VII$)^g$
1 *a a*	11	8	1	3π VI	1 5	*a* = 3′ 7′	2π (3 VI$)^s$
a a a	11	8	1	3π VII	1 5	*a* = 3′ 7′	2π (3 VII$)^g$
1 *a a*	12	8	1	9φ VI	1 1′ 5 5′	*a* = 3 3′ 7 7′	$6(\chi 1)(3\chi$ VI$)^s$
1 *a a*	12	8	2	„	1 3′ 5 7′	*a* = 1′ 3 5′ 7	$6(\chi 2)(3\pi$ VI$)^s$
1 *a a*	12	8	3	„	1 3 5 7	*a* = 1′ 3′ 5′ 7′	$8\chi 1$ (9 VI$)^s$
a a a	12	8	1	9χ VII	1 1′ 5 5′	*a* = 3 3′ 7 7′	$6(\chi 1)(3\chi$ VII$)^g$
a a a	12	8	2	„	1 3′ 5 7′	*a* = 1′ 3 5′ 7	$6(\chi 2)(3\pi$ VII$)^g$
a a a	12	8	3	„	1 3 5 7	*a* = 1′ 3′ 5′ 7′	$8\chi 1$ (9 VII$)^g$
1 *a a*	13	8	1	11 VI	1 2′ 5 6′	*a* = 3 4′ 7 8′	(18) (7 VI$)^s$
1 *a a*	13	8	2	„	1 4′ 5 8′	*a* = 2′ 3 6′ 7	(8) (6 VI$)^s$
1 *a a*	13	8	3	„	1 3 5 7	*a* = 2′ 4′ 6′ 8′	(7) (9 VI$)^s$
a a a	13	8	1	11 VII	1 2′ 5 6′	*a* = 3 4′ 7 8′	(8) (6 VII$)^g$
a a a	13	8	2	„	1 4′ 5 8′	*a* = 2′ 3 6′ 7	(18) (7 VII$)^g$
a a a	13	8	3	„	1 3 5 7	*a* = 2′ 4′ 6′ 8′	(7) (9 VII$)^g$
1 *a a*	14	8	1	7δ VI	1 2′ 5 6′	*a* = 3′ 4 7′ 8	$5\delta 3$ (7 VI$)^s$
1 *a a*	14	8	2	„	1 4 5 8	*a* = 2′ 3′ 6′ 7′	$5\delta(3\varphi'$ VI$)^s$
1 *a a*	14	8	3	„	1 3′ 5 7′	*a* = 2′ 4 6′ 8	$5\delta 3(3\pi$ VI$)^s$
1 *a a*	14	8	4	6δ VI	1 4′ 5 8′	*a* = 2 3′ 6 7′	$4\delta 1$ (6 VI$)^s$
1 *a a*	14	8	5	„	1 2 5 6	*a* = 3′ 4′ 7′ 8′	$2(\delta 1)(3\varphi''$ VI$)^s$
1 *a a*	14	8	6	„	1 3′ 5 7′	*a* = 2 4′ 6 8′	$2(\delta 2)(3\pi$ VI$)^s$
a a a	14	8	1	6δ VII	1 2′ 5 6′	*a* = 3′ 4 7′ 8	$4\delta 1$ (6 VII$)^g$
a a a	14	8	2	„	1 4 5 8	*a* = 2′ 3′ 6′ 7′	$2(\delta 1)(3\varphi''$ VII$)^g$
a a a	14	8	3	„	1 3′ 5 7′	*a* = 2′ 4 6′ 8	$2(\delta 2)(3\pi$ VII$)^g$
a a a	14	8	4	7δ VII	1 4′ 5 8′	*a* = 2 3′ 6 7′	$5\delta 3$ (7 VII$)^g$
a a a	14	8	5	„	1 2 5 6	*a* = 3′ 4′ 7′ 8′	$5\delta(3\varphi'$ VII$)^g$
a a a	14	8	6	„	1 3′ 5 7′	*a* = 2 4′ 6 8′	$5\delta 3(3\pi$ VII$)^g$
1 *a a*	15	16	1	11χ VI	1 1′2 2′5 5′6 6′	*a* = 3 3′ 4 4′ 7 7′ 8 8′	$18(\chi 1)\,7\chi$ VI$)^s$
1 *a a*	15	16	2	„	1 1′4 4′5 5′8 8′	*a* = 2 2′ 3 3′ 6 6′ 7 7′	$8(\chi 1)(6\chi$ VI$)^s$
1 *a a*	15	16	3	„	1 2 3 4 5 6 7 8	*a* = 1′ 2′ 3′ 4′ 5′ 6′ 7′ 8′	$7(\chi 2)(9\varphi$ VI$)^s$
1 *a a*	15	16	4	„	1 1′3 3′5 5′7 7′	*a* = 2 2′ 4 4′ 6 6′ 8 8′	$7(\chi 3)(9\chi$ VI$)^s$
1 *a a*	15	16	5	„	1 2′3 4′5 6′7 8′	*a* = 1′ 2 3′ 4 5′ 6 7′ 8	$10\chi 3$ (11 VI$)^s$
1 *a a*	15	16	6	„	1 2′3′4 5 6′7′8	*a* = 1′ 2 3 4′ 5′ 6 7 8′	$18(\chi 4)(7\delta$ VI$)^s$
1 *a a*	15	16	7	„	1 2 3′4′5 6 7′8′	*a* = 1′ 2′ 3 4 5′ 6′ 7 8	$8(\chi 3)(6\delta$ VI$)^s$
a a a	15	16	1	11χ VII	1 1′2 2′5 5′6 6′	*a* = 3 3′ 4 4′ 7 7′ 8 8′	$8(\chi 1)(6\chi$ VII$)^g$
a a a	15	16	2	„	1 1′4 4′5 5′8 8′	*a* = 2 2′ 3 3′ 6 6′ 7 7′	$18(\chi 1)(7\chi$ VII$)^g$
a a a	15	16	3	„	1 2 3 4 5 6 7 8	*a* = 1′ 2′ 3′ 4′ 5′ 6′ 7′ 8′	$7(\chi 2)(9\varphi$ VII$)^g$
a a a	15	16	4	„	1 1′3 3′5 5′7 7′	*a* = 2 2′ 4 4′ 6 6′ 8 8′	$7(\chi 3)(9\chi$ VII$)^g$
a a a	15	16	5	„	1 2′3 4′5 6′7 8′	*a* = 1′ 2 3′ 4 5′ 6 7′ 8	$10\chi 3$ (11 VII$)^g$
a a a	15	16	6	„	1 2′3′4 5 6′7′8	*a* = 1′ 2 3 4′ 5′ 6 7 8′	$8(\chi 3)(6\delta$ VII$)^g$
a a a	15	16	7	„	1 2 3′4′5 6 7′8′	*a* = 1′ 2′ 3 4 5′ 6′ 7 8	$18(\chi 4)(7\delta$ VII$)^g$

V. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
a a a	17	6	1	13φ VI	$1\ 1_1\ 1_2$	$a = 8\ 8_1\ 8_2$	$13\varphi 1$ (13 VI$)^s$
a a a	17	6	1	13φ VII	$1\ 1_1\ 1_2$	$a = 8\ 8_1\ 8_2$	$13\varphi 1$ (13 VII$)^g$
a a a	18	6	1	13α VI	$1\ 1_1\ 1_2$	$a = 5'\ 5_1'\ 5_2'$	13α (13 VI$)^s$
a a a	18	6	1	13α VII	$1\ 1_1\ 1_2$	$a = 5'\ 5_1'\ 5_2'$	13α (13 VII$)^g$
a a a	19	6	1	16 VI	$1\ 1_1\ 1_2$	$a = 4'\ 4_1'\ 4_2'$	16 (13 VI$)^s$
a a a	19	6	1	16 VII	$1\ 1_1\ 1_2$	$a = 4'\ 4_1'\ 4_2'$	16 (13 VII$)^g$
a a a	20	12	1	16α VI	$(18)_3$	$a = (4'\ 5')_3$	$16\alpha(13\varphi$ VI$)^s$
a a a	20	12	2	„	$(15')_3$	$a = (5'\ 8)_3$	$16\alpha 1$ (16 VI$)^s$
a a a	20	12	3	„	$(14')_3$	$a = (4'\ 8)_3$	$16\alpha 1(13\alpha$ VI$)^s$
a a a	20	12	1	16δ VII	$(18)_3$	$a = (4'\ 5')_3$	$16\alpha(13\varphi$ VII$)^g$
a a a	20	12	2	„	$(15')_3$	$a = (5'\ 8)_3$	$16\alpha 1$ (16 VII$)^g$
a a a	20	12	3	„	$(14')_3$	$a = (4'\ 8)_3$	$16\alpha 1(13\alpha$ VII$)^g$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
				VI. Kubische Syngonie.			
$a\,a\,a$	29	24	1	$20\,\chi$ VII	$(1\,2'\,5\,6')_3$	$a=(1'\,2\,5'\,6)_3$	$19\chi\,1\,(20\text{ VII})^g$
$a\,a\,a$	30	24	1	$20\,\delta$ VII	$(1\,2'\,5\,6')_3$	$a=(3'\,4\,7'\,8)_3$	$19\delta\,1\,(20\text{ VII})^g$
$a\,a\,a$	31	24	1	23 VII	$(1\,2'\,5\,6')_3$	$a=(3\,4'\,7\,8')_3$	$(9)\,(20\text{ VII})^g$
$a\,a\,a$	32	48	1	$23\,\chi$ VII	$(1\,1'2\,2'5\,5'6\,6')_3$	$a=(3\,3'\,4\,4'\,7\,7'\,8\,8')_3$	$9\,(\chi 1)\,(20\,\chi\text{ VII})^g$
$a\,a\,a$	32	48	2	„	$(1\,2'3'4\,5\,6'7'8)_3$	$a=(1'\,2\,3\,4'\,5'\,6\,7\,8')_3$	$9\,(\chi 2)\,(20\,\delta\text{ VII})^g$
$a\,a\,a$	32	48	3	„	$(1\,2'3\,4'5\,6'7\,8')_3$	$a=(1'\,2\,3'\,4\,5'\,6\,7'\,8)_3$	$22\,\chi\,1\,(23\text{ VII})^g$
				Hexa- und Heptaparalleloëder III. Ordnung.			
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	16	3	1	13 VI	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1_2}{1_1}$	$(10)\,(1\text{ VI})_r^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	16	3	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1_1}{1_2}$	$(11)\,(1\text{ VI})_l^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	16	3	1	13 VII	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1_2}{1_1}$	$(10)\,(1\text{ VII})_r^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	16	3	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1_1}{1_2}$	$(11)\,(1\text{ VII})_l^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	1	16 VI	$1'4'$	$\frac{a}{a'}=\frac{1_2\,4_2'}{1_1\,4_1'}$	$(12)\,(3\text{ VI})_r^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	2	„	$1'4'$	$\frac{a}{a'}=\frac{1_1\,4_1'}{1_2\,4_2'}$	$(13)\,(3\text{ VI})_l^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	1	16 VII	$1'4'$	$\frac{a}{a'}=\frac{1_2\,4_2'}{1_1\,4_1'}$	$(12)\,(3\text{ VII})_r^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	2	„	$1'4'$	$\frac{a}{a'}=\frac{1_1\,4_1'}{1_2\,4_2'}$	$(13)\,(3\text{ VII})_l^c$
				Hexa- und Heptaparalleloëder IV. Ordnung.			
				II. Monokline Syngonie.			
$a\,b\,c$	5	4	1	3χ VI	1	$a=5'\quad b=5\quad c=1'$	$1\,(\chi 2)\,(1\text{ VI})$
$a\,b\,c$	5	4	2	„	1	$a=5\quad b=5'\quad c=1'$	$2\,\chi\,1\,(1\text{ VI})$
$a\,b\,c$	5	4	3	„	1	$a=1'\quad b=5'\quad c=5$	$1\,(\chi\,2)\,(1\text{ VI})'$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	4	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{1'}$	$1\,(\chi 2)\,(1\text{ VI})_{1'5'}^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}b$	5	4	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{5}\quad b=1'$	$3\,\chi\,1\,(1\text{ VI})_{5\,5'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	6	„	1	$a=1'\quad\frac{b}{b'}=\frac{5}{5'}$	$1\,(\chi\,2)\,1\text{ VI})_{5\,5'}^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}1$	5	4	7	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5}{5'}$	$3\,\chi\,1\,(1\text{ VII})_{5\,5'}^s$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	5	4	8	„	1	$a=5\quad\frac{b}{b'}=\frac{1'}{5'}$	$2\chi\,1\,(1\text{ VII})_{1'5'}$
$1\,b\,c$	5	4	9	3χ VI′	1	$b=5'\quad c=4$	$2\,\chi\,1\,(1\text{ VI}')^c$
$1\,b\,c$	5	4	10	„	1	$b=5'\quad c=8'$	$1\,(\chi\,2)\,(1\text{ VI}')^c$
$1\,b\,c$	5	4	11	„	1	$b=4\quad c=8'$	$1\,(\chi\,2)\,(1\text{ VI}')^{c'}$
$1\frac{b'}{b}\frac{b}{b'}$	5	4	12	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{8'}$	$1\,(\chi 2)\,(1\text{ VI}')_{5'8'}^c$
$1\frac{b}{b'}1$	5	4	13	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{8'}$	$3\,\chi\,1\,(1\text{ VI}')_{5'8'}^s$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	14	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{8'}$	$1\,(\chi 2)\,(1\text{ VI}')_{5'8'}^s$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	5	4	15	3χ VI′	1	$a=8'$ $\frac{b}{b'}=\frac{4}{5'}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VI'})^{c}_{4\,5'}$
$1\frac{b}{b'}c$	5	4	16	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{8'}{5'}$ $c=4$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VI'})^{c}_{5'8'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	5	4	17	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4}{5'}$ $a=8'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VI'})_{4\,5'}$
$a\,b\,b$	5	4	1	3χ VII	1	$a=5'$ $b=1'$	$2\chi 1(1\,\mathrm{VII})^{c}$
$a\,b\,b$	5	4	2	„	1	$a=5'$ $b=5$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII})^{c}$
$a\,b\,b$	5	4	3	„	1	$a=5$ $b=1'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII})^{c'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	5	4	4	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII})^{s}_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	5	4	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{1'}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VII})_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}b\,b$	5	4	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{5}$ $b=1'$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VII'})^{c}_{5\,5'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	5	4	7	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{5}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VII})^{s}_{5\,5'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}$	5	4	8	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5}{5'}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII})^{s}_{5\,5'}$
$a\,b\,b$	5	4	9	3χ VII′	1	$a=5'$ $b=4$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII'})^{c}$
$a\,b\,b$	5	4	10	„	1	$a=5'$ $b=8'$	$2\chi 1(1\,\mathrm{VII'})^{c}$
$a\,b\,b$	5	4	11	„	1	$a=4$ $b=5'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII'})^{c'}$
$a\,b\,b$	5	4	12	„	1	$a=4$ $b=8'$	$2\chi 1(1\,\mathrm{VII'})^{c'}$
$a\,b\,b$	5	4	13	„	1	$a=8'$ $b=5'$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII'})^{c''}$
$a\,b\,b$	5	4	14	„	1	$a=8'$ $b=4$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII'})^{c'''}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	5	4	15	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{8'}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VII'})^{s}_{5'8'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	5	4	16	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5'}{8'}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VII'})^{s'}_{5'8'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	5	4	17	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{8'}$	$3\chi 1(1\,\mathrm{VII'})_{5'8'}$
$\frac{a}{a'}1\,1$	5	4	18	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4}{5'}$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII'})^{s}_{4\,5'}$
$\frac{a}{a'}b\,b$	5	4	19	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4}{5'}$ $b=8'$	$2\chi 1(1\,\mathrm{VII'})^{c}_{4\,5'}$
$\frac{a}{a'}1\,c$	5	4	20	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{8'}$ $c=4$	$1(\chi 2)(1\,\mathrm{VII'})^{c}_{5'8'}$

III. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,b\,c$	6	4	1	7 VI	1	$a=5$ $b=6'$ $c=2'$	$4(1\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	6	4	2	„	1	$a=5$ $b=2'$ $c=6'$	$(2)(1\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	6	4	3	„	1	$a=2'$ $b=5$ $c=6'$	$(14)(1\,\mathrm{VI}_7)$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	6	4	4	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{2'}{6'}$	$(4)(1\,\mathrm{VI}_7)^{s}_{2'6'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	6	4	5	„	1	$a=5$ $\frac{b}{b'}=\frac{2'}{6'}$	$6(1\,\mathrm{VI}_7)_{2'6'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}c$	6	4	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5}{6'}$ $c=2'$	$6(1\,\mathrm{VI}_7)_{5\,6'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	6	4	7	6 VI	1	$\frac{b}{b'}=\frac{4'}{8'}$	$(14)(1\,\mathrm{VI}_6)^{s}_{4'8'}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	6	4	8	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{5}{8'}$	$(14)(1\,\mathrm{VI}_6)^{c}_{5\,8'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	6	4	1	6 VII	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$	$(14)\,(1\ VII_6)^s_{2'6'}$
$a\,b\,b$	6	4	2	7 VII	1	$a=4'$ $b=8'$	$4\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	6	4	3	„	1	$a=8'$ $b=4'$	$(2)\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	6	4	4	„	1	$a=5$ $b=4'$	$(14)\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	6	4	5	„	1	$a=5$ $b=8'$	$(2)\,(1\ VII_7)^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	6	4	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{8'}$	$6\,(1\ VII_6)_{4'8'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	6	4	7	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{8'}$	$(4)\,(1\ VII_6)^s_{4'8'}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	6	4	8	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{5}$	$(4)\,(1\ VII_6)^s_{4'5}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	6	4	9	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{5}$ $b=8'$	$6\,(1\ VII_6)^c_{4'5}$
$a\,b\,c$	7	4	1	$3\,\varphi''$ VI	1	$a=5$ $b=6$ $c=2$	$2\,\varphi\,1\,(1\ VII_7)$
$a\,b\,c$	7	4	2	„	1	$a=5$ $b=2$ $c=6$	$2\,\varphi\,4\,(1\ VI_7)$
$a\,b\,c$	7	4	3	„	1	$a=6$ $b=5$ $c=2$	$1\,(\varphi\,3)\,(1\ VI_7)$
$a\,b\,c$	7	4	4	„	1	$a=6$ $c=2$ $b=5$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VI_7)$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\,c$	7	4	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5}{2}$	$3\,\varphi\,3\,(1\ VI_7)^s_{2\,5}$
$\frac{a}{a'}\,b\,\frac{a'}{a}$	7	4	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5}{6}$ $c=2$	$3\,\varphi'\,2\,(1\ VI_7)_{5\,6}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	7	$3\,\varphi'$ VI	1	$a=8$ $\frac{b}{b'}=\frac{4}{5}$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VI_6)^c_{4\,5}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	7	4	8	„	1	$a=5$ $\frac{b}{b'}=\frac{4}{8}$	$3\,\varphi''\,1\,(1\ VI_6)_{4\,8}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	9	$3\,\varphi'$ VI'	1	$\frac{b}{b'}=\frac{1'}{8'}$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VI_6)^s_{1'8'}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	7	4	10	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{8}{8'}$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VI_6)^c_{8\,8'}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	7	4	11	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{1'}{8}$ $a=8'$	$3\,\varphi\,3\,(1\ VI_6)_{1'8}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	7	4	1	$3\,\varphi'$ VII	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2}{6}$	$3\,\varphi''\,1\,(1\ VII_6)_{2\,6}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a}{a'}$	7	4	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2}{5}$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VII_6)^s_{2\,5}$
$a\,b\,b$	7	4	3	$3\,\varphi''$ VII	1	$a=8$ $b=5$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	4	„	1	$a=8$ $b=4$	$2\,\varphi\,4\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	5	„	1	$a=4$ $b=5$	$1\,(\varphi\,3)\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	6	„	1	$a=4$ $b=8$	$2\,\varphi\,1\,(1\ VII_7)^c$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	7	4	7	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4}{5}$	$3\,\varphi\,3\,(1\ VII_7)^s_{4\,5}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	7	4	8	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4}{5}$ $b=8$	$3\,\varphi\,2'\,(1\ VII_7)_{4\,5}$
$a\,b\,b$	7	4	9	$3\varphi''$VII'	1	$a=8$ $b=8'$	$2\,\varphi\,5\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	10	„	1	$a=8$ $b=1'$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	11	„	1	$a=1'$ $b=8$	$1\,(\varphi\,3)\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	12	„	1	$a=1'$ $b=8'$	$3\,\varphi\,1\,(1\ VII_7)^c$
$a\,b\,b$	7	4	13	„	1	$a=8'$ $b=1'$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VII_7)^{c'}$
$a\,b\,b$	7	4	14	„	1	$a=8'$ $b=8$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\ VII_7)^{c''}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	7	4	15	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'}$	$3\,\varphi'\,2\,(1\ VII_7)_{1'8'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	7	4	16	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'}$	$3\,\varphi\,3\,(1\ VII_7)^s_{1'8'}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	7	4	17	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{8}{8'}$	$3\,\varphi\,3\,(1\ VII_7)^s_{8\,8'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\,b\,c$	8	8	1	7χ VI	1 5′	$a = 1'5 \quad b = 2'6 \quad c = 2\,6'$	$2\,(\chi 6)\,(1\pi\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	2	"	1 5′	$a = 1'5 \quad b = 2\,6' \quad c = 2'6$	$4\chi 3\,(1\pi\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	3	"	1 5′	$a = 2'6 \quad b = 1'5 \quad c = 2\,6'$	$14\,(\chi 2)\,(1\pi\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	4	"	1 2′	$a = 5\,6' \quad b = 5'6 \quad c = 1'2$	$3\,(\chi 3)\,(3\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	5	"	1 2′	$a = 5\,6' \quad b = 1'2 \quad c = 5'6$	$3\,(\chi 4)\,(3\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	6	"	1 2′	$a = 5'6 \quad b = 1'2 \quad c = 5\,6'$	$2\,(\chi 5)\,(3\,\mathrm{VI}_7)$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\,b$	8	8	7	"	1 2′	$\frac{a}{a'} = \frac{5\,6'}{5'6} \quad b = 1'2$	$5\,(\chi 2)\,(3\,\mathrm{VI}_7)_{5\,5'}$
$\frac{a}{a'}\,1\,\frac{a}{a'}$	8	8	8	"	1 6′	$\frac{a}{a'} = \frac{2'5}{2\,5'}$	$5\chi 3\,(3\,\mathrm{VI}_7)^{s}_{2\,2'}$
$a\,b\,c$	8	8	9	"	1 1′	$a = 5\,5' \quad b = 6\,6' \quad c = 2\,2'$	$4\chi 1\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	10	"	1 1′	$a = 5\,5' \quad b = 2\,2' \quad c = 6\,6'$	$2\,(\chi 4)\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	11	"	1 1′	$a = 6\,6' \quad b = 5\,5' \quad c = 2\,2'$	$2\,(\chi 2)\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_7)$
$a\,b\,c$	8	8	12	"	1 1′	$a = 6\,6' \quad b = 2\,2' \quad c = 5\,5'$	$14\,(\chi 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_7)$
$\frac{a}{a'}\,1\,\frac{a}{a'}$	8	8	13	"	1 1′	$\frac{a}{a'} = \frac{5\,5'}{2\,2'}$	$4\,(\chi 2)\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_7)^{s}_{2\,5}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\,b$	8	8	14	"	1 1′	$\frac{a}{a'} = \frac{5\,5'}{6\,6'} \quad b = 2\,2'$	$6\chi 1\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_7)_{5\,6}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	15	6χ VI	1 1′	$a = 8\,8' \quad \frac{b}{b'} = \frac{4\,4'}{5\,5'}$	$14(\chi 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VI}_6)^{c}_{4\,5}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	8	8	16	"	1 8′	$a = 4'5 \quad \frac{b}{b'} = \frac{4\,5'}{1'8}$	$7\chi 1\,(3\,\mathrm{VI}_6')_{1'4}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	17	"	1 5	$\frac{b}{b'} = \frac{1'5'}{4'8'}$	$2\,(\chi 6)\,(3\,\mathrm{VI}_6)^{s}_{1'4'}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	8	8	18	"	1 5	$a = 4'8' \quad \frac{b}{b'} = \frac{1'5'}{4\,8}$	$7\chi 1\,(3\,\mathrm{VI}_6)_{1'4}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	19	"	1 4	$\frac{b}{b'} = \frac{1'4'}{5'8'}$	$14(\chi 1)(1\chi'\mathrm{VI}_6')^{s}_{1'5'}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	8	8	20	"	1 4	$\frac{b}{b'} = \frac{5\,8}{5'8'}$	$14(\chi 1)(1\chi'\mathrm{VI}_6')^{c}_{5\,5'}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	8	8	21	"	1 4′	$\frac{b}{b'} = \frac{5'8}{5\,8'}$	$2\,(\chi 6)\,(3\,\mathrm{VI}_6')^{c}_{5\,5'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	8	8	1	6χ VII	1 6′	$\frac{a}{a'} = \frac{2\,5'}{1'6}$	$7\chi 1\,(3\,\mathrm{VII}_6)_{1'2}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a}{a'}$	8	8	2	"	1 6′	$\frac{a}{a'} = \frac{2\,5'}{2'5}$	$2\,(\chi 6)\,(3\,\mathrm{VII}_6)^{s}_{2\,2'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a}{a'}$	8	8	3	"	1 1′	$\frac{a}{a'} = \frac{2\,2'}{5\,5'}$	$14\,(\chi 1)(1\chi'\mathrm{VII}_6)^{s}_{2\,5}$
$a\,b\,b$	8	8	4	7χ VII	1 5′	$a = 4'8 \quad b = 1'5$	$2\,(\chi 6)\,(1\pi\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	5	"	1 5′	$a = 4'8 \quad b = 4\,8'$	$4\chi 3\,(1\pi\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	6	"	1 5′	$a = 4\,8' \quad b = 1'5$	$14\,(\chi 2)\,(1\pi\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	7	"	1 5′	$a = 4\,8' \quad b = 4'8$	$2\,(\chi 6)\,(1\pi\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	8	"	1 8′	$a = 1'8 \quad b = 4'5$	$2\,(\chi 5)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	9	"	1 4′	$a = 5'8 \quad b = 5\,8'$	$3\,(\chi 4)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	10	"	1 8′	$a = 1'8 \quad b = 4\,5'$	$3\,(\chi 4)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c'}$
$a\,b\,b$	8	8	11	"	1 8′	$a = 4\,5' \quad b = 4'5$	$2\,(\chi 5)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c'}$
$a\,b\,b$	8	8	12	"	1 4′	$a = 1'4 \quad b = 5\,8'$	$3\,(\chi 3)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	13	"	1 8′	$a = 4\,5' \quad b = 1'8$	$3\,(\chi 3)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c'}$
$a\,b\,b$	8	8	14	"	1 1′	$a = 8\,8' \quad b = 5\,5'$	$14\,(\chi 1)\,(1\chi'\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	15	"	1 1′	$a = 8\,8' \quad b = 4\,4'$	$2\,(\chi 4)\,(1\chi'\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	16	"	1 1′	$a = 4\,4' \quad b = 5\,5'$	$2\,(\chi 2)\,(1\chi'\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	17	"	1 1′	$a = 4\,4' \quad b = 8\,8'$	$4\chi 1\,(1\chi'\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	8	8	18	"	1 1′	$\frac{a}{a'} = \frac{4\,4'}{5\,5'} \quad b = 8\,8'$	$6\chi 1\,(1\chi'\,\mathrm{VII}_7)^{c}_{4\,5}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	8	8	19	"	1 8′	$\frac{a}{a'} = \frac{4'5}{4\,5'}$	$5\chi 3\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{s}_{4\,4'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	8	8	20	$7\,\chi$ VII	1·8′	$\frac{a}{a'}=\frac{4'5}{4\,5'}$ $b=1'8$	$5\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{VII}_7)^{c}_{4\,4'}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	8	8	21	„	1 1′	$\frac{a}{a'}=\frac{4\,4'}{5\,5'}$	$4\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII}_7)_{4\,5}$
$a\,b\,b$	8	8	22	„	1 5	$a=4\,8$ $b=4'8'$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	23	„	1 5	$a=4\,8$ $b=1'5'$	$2\,(\chi\,5)\,(3\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	24	„	1 5	$a=1'5'$ $b=4'8'$	$3\,(\chi\,3)\,(3\,\mathrm{VII}_7)^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	25	„	1 4′	$a=5'8$ $b=5\,8,$	$3\,(\chi\,3)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c''}$
$a\,b\,b$	8	8	26	„	1 4′	$a=5'8$ $b=1'4$	$3\,(\chi\,3)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c'''}$
$a\,b\,b$	8	8	27	„	1 4′	$a=1'4$ $b=5'8$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c''}$
$a\,b\,b$	8	8	28	„	1 4′	$a=1'4$ $b=5\,8'$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{c'''}$
$a\,b\,b$	8	8	29	„	1 4	$a=5\,8$ $b=5'8'$	$2\,(\chi\,4)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	30	„	1 4	$a=5\,8$ $b=1'4'$	$14\,(\chi 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	31	„	1 4	$a=1'4'$ $b=5\,8$	$2\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	32	„	1 4	$a=1'4'$ $b=5'8'$	$4\,\chi\,1\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	33	„	1 4	$a=5'8'$ $b=1'4'$	$2\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c}$
$a\,b\,b$	8	8	34	„	1 4	$a=5'8'$ $b=5\,8$	$14\,(\chi 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}$	8	8	35	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'}{4'8'}$	$5\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{VII}_7)_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	8	8	36	„	1 5	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'}{4'8'}$	$5\,\chi\,3\,(3\,\mathrm{VII}_7)^{s}_{1'4'}$
$1\,\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}$	8	8	37	„	1 4′	$\frac{a}{a'}=\frac{5'8}{5\,8'}$	$5\,\chi\,3\,(3\,\mathrm{VII}_7')^{s}_{5\,5'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}$	8	8	38	„	1 4	$\frac{a}{a'}=\frac{1'4'}{5'8'}$	$2(\chi 2)(1\chi'\,\mathrm{VII}_7')_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	8	8	39	„	1 4	$\frac{a}{a'}=\frac{1'4'}{5'8'}$	$4(\chi 2)(1\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{s}_{1'5'}$
$1\,\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}$	8	8	40	„	1 4	$\frac{a}{a'}=\frac{5\,8}{5'8'}$	$4(\chi\,2)(1\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{s}_{5\,5'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,b$	8	8	41	„	1 8	$\frac{a}{a'}=\frac{4\,5}{4'5'}$ $b=1'8'$	$6\,\chi\,1\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII}_7')^{c}_{4\,4'}$

IV. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,b\,c$	9	4	1	9 VI	1	$a=5$ $b=7$ $c=3$	(6) (1 VI)
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	9	4	2	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7}{3}$	$(15)\,(1\,\mathrm{VI})^{s}_{r}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	9	4	3	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{3}{7}$	$(16)\,(1\,\mathrm{VI})^{s}_{l}$
$a\,b\,b$	9	4	1	9 VII	1	$a=3$ $b=7$	(6) (1 VII)
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	9	4	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{7}$	$(15)\,(1\,\mathrm{VII})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	9	4	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7}{3}$	$(16)\,(1\,\mathrm{VII})^{s}_{l}$
$a\,b\,c$	10	8	1	$9\,\varphi$ VI	1 8	$a=4\,5$ $b=6\,7$ $c=2\,3$	$6\,(\varphi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,c$	10	8	2	„	1 4	$a=5\,8$ $b=2\,7$ $c=3\,6$	$6\,(\varphi\,3)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,b$	10	8	1	$9\,\varphi$ VII	1 2	$a=3\,4$ $b=7\,8$	$6\,(\varphi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII})^{c}$
$a\,b\,b$	10	8	2	„	1 6	$a=3\,8$ $b=4\,7$	$6\,(\varphi\,3)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII})^{c}$
$a\,b\,c$	11	4	1	$3\,\pi$ VI	1	$a=5$ $b=7'$ $c=3'$	$2\,\pi\,(1\,\mathrm{VI})$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{b'}{b}$	11	4	2	„	1	$a=5$ $\frac{b}{b'}=\frac{3'}{7'}$	$3\,\pi\,(1\,\mathrm{VI})_{3'7'}$
$a\,b\,b$	11	4	1	$3\,\pi$ VII	1	$a=3'$ $b=7'$	$2\,\pi\,(1\,\mathrm{VII})^{c}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}$	11	4	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3'}{7'}$	$3\,\pi\,(1\,\mathrm{VII})^{c}_{3'7'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\,b\,c$	12	8	1	$9\,\chi$ VI	1 5′	$a = 1'5 \quad b = 3'7 \quad c = 3\,7'$	$6\,(\chi 2)\,(1\pi\,\mathrm{VI})$
$a\,b\,c$	12	8	2	„	1 1′	$a = 5\,5' \quad b = 7\,7' \quad c = 3\,3'$	$6\,(\chi 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VI})$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	12	8	3	„	1 5	$\frac{b}{b'} = \frac{1'5'}{3'7'}$	$6\,(\chi 2)\,(3\,\mathrm{VI})^{s}_{1'3'}$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{b'}{b}$	12	8	4	„	1 5	$a = 3'7' \quad \frac{b}{b'} = \frac{3\,7}{1'5'}$	$17\,(\chi 1)\,(3\,\mathrm{VI})_{1'3}$
$a\,b\,b$	12	8	1	$9\,\chi$ VII	1 5′	$a = 3\,7' \quad b = 3'7$	$6\,(\chi 2)\,(1\pi\,\mathrm{VII})^{c}$
$a\,b\,b$	12	8	2	„	1 1′	$a = 3\,3' \quad b = 7\,7'$	$6\,(\chi 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VII})^{c}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	12	8	3	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{3'7'}$	$6\,(\chi 2)\,(3\,\mathrm{VII})^{s}_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}$	12	8	4	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{1'5'}{3\,7}$	$17\,(\chi 1)\,(3\,\mathrm{VII})_{1'3}$
$a\,b\,c$	13	8	1	11 VI	1 8′	$a = 4'5 \quad b = 6'7 \quad c = 2'3$	$(8)\,(3\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,c$	13	8	2	„	1 4′	$a = 5\,8' \quad b = 2'7 \quad c = 3\,6'$	$(18)\,(3\,\mathrm{VI}')$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	13	8	3	„	1 8′	$\frac{b}{b'} = \frac{6'7}{2'3}$	$(19)\,(3\,\mathrm{VI}')^{s}_{r}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	13	8	4	„	1 8′	$\frac{b}{b'} = \frac{2'3}{6'7}$	$(20)\,(3\,\mathrm{VI}')^{s}_{l}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	13	8	5	„	1 2′	$\frac{b}{b'} = \frac{7\,8'}{3\,4'}$	$(23)\,(3\,\mathrm{VI})^{s}_{r}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	13	8	6	„	1 2′	$\frac{b}{b'} = \frac{3\,4'}{7\,8'}$	$(24)\,(3\,\mathrm{VI})^{s}_{l}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	13	8	7	„	1 5	$\frac{b}{b'} = \frac{2'6'}{4'8'}$	$(18)\,(3\,\mathrm{VI})^{s}_{2'4'}$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{b'}{b}$	13	8	8	„	1 5	$\frac{b}{b'} = \frac{2'6'}{3\,7} \quad a = 4'8'$	$(21)\,(3\,\mathrm{VI})_{2'3}$
$a\,b\,b$	13	8	1	11 VII	1 2′	$a = 3\,4' \quad b = 7\,8'$	$(8)\,(3\,\mathrm{VII})^{c}$
$a\,b\,b$	13	8	2	„	1 6′	$a = 3\,8' \quad b = 4'7$	$(18)\,(3\,\mathrm{VII})^{c}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	13	8	3	„	1 2′	$\frac{a}{a'} = \frac{3\,4'}{7\,8'}$	$(19)\,(3\,\mathrm{VII})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	13	8	4	„	1 2′	$\frac{a}{a'} = \frac{7\,8'}{3\,4'}$	$(20)\,(3\,\mathrm{VII})^{s}_{l}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	13	8	5	„	1 8′	$\frac{a}{a'} = \frac{2'3}{6'7}$	$(23)\,(3\,\mathrm{VII}')^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	13	8	6	„	1 8′	$\frac{a}{a'} = \frac{6'7}{2'3}$	$(24)\,(3\,\mathrm{VII}')^{s}_{l}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}\,\frac{a'}{a}$	13	8	7	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{4'8'}{2'6'}$	$(18)\,(3\,\mathrm{VII})^{s}_{2'4'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}\,\frac{a'}{a}$	13	8	8	„	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{4'8'}{3\,7}$	$(21)\,(3\,\mathrm{VII})_{3\,4'}$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{b'}{b}$	14	8	1	$7\,\delta$ VI	1 2′	$a = 5\,6' \quad b = \frac{3'8}{4\,7'}$	$5\,(\delta 1)\,(3\,\mathrm{VI})_{3'4}$
$a\,b\,c$	14	8	2	„	1 4	$a = 5\,8 \quad b = 2'7' \quad c = 3'6'$	$2\,(\delta 1)\,(1\chi'\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,c$	14	8	3	„	1 8	$a = 4\,5 \quad b = 6'7' \quad c = 2'3'$	$4\,\delta\,(1\chi'\,\mathrm{VI}')$
$a\,\frac{b}{b'}\,\frac{b'}{b}$	14	8	4	„	1 4	$a = 5\,8 \quad \frac{b}{b'} = \frac{3'6'}{2'7'}$	$6\,\delta\,(1\chi'\,\mathrm{VI}')_{2'3'}$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	14	8	5	„	15	$\frac{b}{b'} = \frac{3'7'}{2'6'}$	$5\,\delta\,1\,(3\,\mathrm{VI})^{s}_{2'3'}$
$a\,b\,c$	14	8	6	$6\,\delta$ VI	1 4′	$a = 5\,8' \quad b = 2\,7' \quad c = 3'6$	$5\,\delta\,3\,(3\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,c$	14	8	7	„	1 8′	$a = 4'5 \quad b = 2\,3' \quad c = 6\,7'$	$5\,\delta\,1\,(3\,\mathrm{VI}')$
$1\,\frac{b}{b'}\,\frac{b}{b'}$	14	8	8	„	1 5	$\frac{b}{b'} = \frac{3'7'}{4'8'}$	$2\,(\delta 2)\,(3\,\mathrm{VI})^{s}_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}\,\frac{a}{a'}$	14	8	1	$7\,\delta$ VII	1 8′	$\frac{a}{a'} = \frac{6\,7'}{2\,3'}$	$5\,(\delta 1)\,(3\,\mathrm{VII}')_{2\,6}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\,b\,b$	14	8	2	$7\,\delta$ VII	1 6	$a = 3'8'$ $b = 4'7'$	$2\,(\delta 1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII})^c$
$a\,b\,b$	14	8	3	,,	1 2	$a = 3'4'$ $b = 7'8'$	$4\,\delta\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII})^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	14	8	4	,,	1 2	$\frac{a}{a'} = \frac{7'8'}{3'4'}$	$6\,\delta\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII})_{4'8'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	14	8	5	,,	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{4'8'}{3'7'}$	$5\,\delta\,1\,(3\,\mathrm{VII})^s_{3'4'}$
$a\,b\,b$	14	8	6	$6\,\delta$ VII	1 6'	$a = 3'8$ $b = 4\,7'$	$5\,\delta\,3\,(3\,\mathrm{VII})^c$
$a\,b\,b$	14	8	7	,,	1 2'	$a = 3'4$ $b = 7'8$	$5\,\delta\,1\,(3\,\mathrm{VII})^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	14	8	8	,,	1 5	$\frac{a}{a'} = \frac{2\,6}{3'7'}$	$2\,(\delta 2)\,(3\,\mathrm{VII})^s_{2\,3'}$
$a\,b\,c$	15	16	1	$11\,\chi$ VI	1 2' 5' 6	$a = 1'4\,5\,8'$ $b = 2'3'6\,7$ $c = 2\,3\,6'7'$	$18\,(\chi 2)\,(3\,\chi\,\mathrm{VI})$
$a\,b\,c$	15	16	2	,,	1 2' 5' 6	$a = 1'4\,5\,8'$ $b = 2\,3\,6'7'$ $c = 2'3'6\,7$	$8\,(\chi 3)\,(3\,\chi\,\mathrm{VI})$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	15	16	3	,,	1 4' 5 8'	$a = 2\,3'6\,7'$ $\frac{b}{b'} = \frac{2'3\,6'7}{1'4\,5'8}$	$21\,(\chi 1)\,(6\,\mathrm{VI})_{1'2'}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	15	16	4	,,	1 2 5 6	$a = 3'4'7'8'$ $\frac{b}{b'} = \frac{3\,4\,7\,8}{1'2'5'6'}$	$21\,(\chi 2)\,(3\varphi''\mathrm{VI})_{1'3}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	15	16	5	,,	1 2 5 6	$\frac{b}{b'} = \frac{3'4'7'8'}{1'2'5'6'}$	$18\,(\chi 2)\,(3\varphi''\mathrm{VI})^s_{1'3'}$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	15	16	6	,,	1 4 5 8	$\frac{b}{b'} = \frac{2'3'6'7'}{1'4'5'8'}$	$18\,(\chi 4)\,(3\,\varphi'\mathrm{VI})^s_{1'2'}$
$a\,b\,c$	15	16	7	,,	1 1' 4 4'	$a = 5\,5'\,8\,8'$ $b = 3\,3'\,6\,6'$ $c = 2\,2'\,7\,7'$	$8\,(\chi 1)\,(3\,\varphi'\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,c$	15	16	8	,,	1 1' 4 4'	$a = 5\,5'\,8\,8'$ $b = 2\,2'\,7\,7'$ $c = 3\,3'\,6\,6'$	$18\,(\chi 1)\,(3\,\varphi'\,\mathrm{VI}')$
$1\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	15	16	9	$11\,\chi$ VI	1 3 5 7	$\frac{b}{b'} = \frac{1'3'5'7'}{2'4'6'8'}$	$7\,(\chi 4)\,(9\,\mathrm{VI})^s_{1'2'}$
$a\,\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	15	16	10	,,	1 3' 5 7'	$\frac{b}{b'} = \frac{1'3\,5'7}{2'4\,6'8}$ $a = 2\,4'\,6\,8'$	$21\,(\chi 1)\,(3\pi\,\mathrm{VI})^s_{1'2'}$
$a\,b\,b$	15	16	1	11χVII	1 2 5' 6'	$a = 3\,4\,7'8'$ $b = 3'\,4'\,7\,8$	$18\,(\chi 2)\,(3\,\chi\,\mathrm{VII})^c$
$a\,b\,b$	15	16	2	,,	1 2' 5 6'	$a = 3\,4'7'8$ $b = 3'\,4\,7\,8'$	$8\,(\chi 3)\,(3\,\chi\,\mathrm{VII})^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	15	16	3	,,	1 2' 5 6'	$\frac{a}{a'} = \frac{1'2\,5'6}{3\,4'7\,8'}$	$21\,(\chi 1)\,(6\,\mathrm{VII})_{1'3}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	15	16	4	,,	1 4 5 8	$\frac{a}{a'} = \frac{1'4'5'8'}{2\,3\,6\,7}$	$21\,(\chi 2)\,(3\varphi''\mathrm{VII})_{1'2}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	15	16	5	,,	1 4 5 8	$\frac{a}{a'} = \frac{1'4'5'8'}{2'3'6'7'}$	$18\,(\chi 2)\,(3\varphi''\mathrm{VII})^s_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	15	16	6	,,	1 2 5 6	$\frac{a}{a'} = \frac{1'2'5'6'}{3'4'7'8'}$	$18\,(\chi 4)\,(3\varphi'\mathrm{VII})^s_{1'3'}$
$a\,b\,b$	15	16	7	,,	1 1' 2 2'	$a = 3\,3'\,4\,4'$ $b = 7\,7'\,8\,8'$	$8\,(\chi 1)\,(3\,\varphi'\,\mathrm{VII})^c$
$a\,b\,b$	15	16	8	,,	1 1' 6 6'	$a = 3\,3'\,8\,8'$ $b = 4\,4'\,7\,7'$	$18\,(\chi 1)\,(3\,\varphi'\mathrm{VII})^c$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	15	16	9	,,	1 3 5 7	$\frac{a}{a'} = \frac{2'4'6'8'}{1'3'5'7'}$	$7\,(\chi 4)\,(9\,\mathrm{VII})^s_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	15	16	10	,,	1 3' 5 7'	$\frac{a}{a'} = \frac{2\,4'6\,8'}{1'3\,5'7}$	$21\,(\chi 1)\,(3\pi\mathrm{VII})_{1'2}$

V. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	20	12	1	16α VI	$1\,1_1\,1_2$	$\frac{a}{a'} = \frac{5'\,5_1'\,5_2'}{4'\,4_1'\,4_2'}$	$14\,\alpha\,1\,(13\,\mathrm{VI})^s_{4'5'}$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	20	12	2	16αVII	$1\,1_1\,1_2$	$\frac{a}{a'} = \frac{5'\,5_1'\,5_2'}{4'\,4_1'\,4_2'}$	$14\,\alpha\,1\,(13\,\mathrm{VII})^s_{4'5'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
				VI. Kubische Syngonie.			
$a\,a_1\,a_2$	28	12	1	21 VI	$1\,1_1\,1_2$	$a=2'\,5_2\,6_1'$ $a_1=2_1'\,5\,6_2'$ $a_2=2_2'\,5_1\,6'$	(25) (13 VI)
$a\,a_1\,a_2$	28	12	2	„	$1\,1_1\,1_2$	$a=2_1'\,5\,6_2'$ $a_1=2_2'\,5_1\,6'$ $a_2=2'\,5_2\,6_1'$	19 (13 VI)
$a\,a_1\,a_2$	29	24	1	21 χ VI	$(1\,5')_3$	$a=1_2'\,2_1\,2'\,5_2\,6\,6_1'$ $a_1=1'\,2_2\,2_1'\,5\,6_1\,6_2'$ $a_2=1_1'\,2\,2_2'\,5_1\,6_2\,6'$	25 (χ 1) (13 α VI)
$a\,a_1\,a_2$	29	24	2	„	$(1\,5')_3$	$a=1'\,2_2\,2_1'\,5\,6_1\,6_2'$ $a_1=1_1'\,2\,2_2'\,5_1\,6_2\,6'$ $a_2=1_2'\,2_1\,2'\,5_2\,6\,6_1'$	19 χ 1 (13 α VI)
$a\,a_1\,a_2$	30	24	1	21 δ VI	$(1\,8)_3$	$a=2_1'\,3_1'\,4\,5\,6_2'\,7_2'$ $a_1=2_2'\,3_2'\,4_1\,5_1\,6'\,7'$ $a_2=2'\,3'\,4_2\,5_2\,6_1'\,7_1'$	19 δ (13 φ VI)
$a\,a_1\,a_2$	31	24	1	24 VI	$(1\,4')_3$	$a=2_1'\,3_2\,5\,6_2'\,7_1\,8'$ $a_1=2_2'\,3\,5_1\,6'\,7_2\,8_1'$ $a_2=2'\,3_1\,5_2\,6_1'\,7\,8_2'$	(9) (16 VI)
$a\,a_1\,a_2$	32	48	1	24 χ VI	$(1\,4'\,5'\,8)_3$	$a=1'2_2 2_1'3_2 3_1'4\,5\,6_1 6_2'7_1 7_2'8'$ $a_1=1_1'2\,2_2'3\,3_2'4_1 5_1 6_2 6'7_2 7'8_1'$ $a_2=1_2'2_1 2'3_1 3'4_2 5_2 6\,6_1'7\,7_1'8_2'$	9 (χ 2) (16 α VI)
				Hexa- und Heptaparalleloëder VI. Ordnung.			
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a}\frac{a}{a'}$	19	6	1	16 VI	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{4_1'}$	$(26)\,(1\,\mathrm{VI})_r^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{4_2'}$	$(27)\,(1\,\mathrm{VI})_l^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	1	16 VII	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{4_1'}$	$(26)\,(1\,\mathrm{VII})_r^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}\frac{a}{a'}$	19	6	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{4_2'}$	$(27)\,(1\,\mathrm{VII})_l^s$
				Hexa- und Heptaparalleloëder VIII. Ordnung.			
				III. Rhombische Syngonie.			
$d\,b\,c$	8	8	1	7 χ VI	1	$d=1'$ $b=2$ $c=6$	7 χ 1 $(1\,\mathrm{VI}_7)$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	8	8	2	„	1	$a=5$ $\frac{b}{b'}=\frac{2'}{5'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{6'}{1'}$	2 (χ 5) $(1\,\mathrm{VI}_7)_{2'5'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	8	8	3	„	1	$a=5$ $\frac{b}{b'}=\frac{6'}{5'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{2'}{1'}$	4 χ 2 $(1\,\mathrm{VI}_7)_{1'2'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	8	8	4	„	1	$a=6$ $\frac{b}{b'}=\frac{6'}{5'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{1'}{2'}$	3 (χ 3) $(1\,\mathrm{VI}_7)_{1'2'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	8	8	5	„	1	$a=6$ $\frac{b}{b'}=\frac{1'}{2'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{6'}{5'}$	14 (χ 2) $(1\,\mathrm{VI}_7)_{1'2'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	8	8	6	„	1	$a=2$ $\frac{b}{b'}=\frac{6'}{2'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{5'}{1'}$	2 (χ 5) $(1\,\mathrm{VI}_7)_{1'5'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	8	8	7	„	1	$a=2$ $\frac{b}{b'}=\frac{5'}{1'}$ $\frac{c}{c'}=\frac{6'}{2'}$	2 (χ 6) $(1\,\mathrm{VI}_7)_{1'5'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\,b\,c$	8	8	1	6χ VII	1	$a=8 \quad b=8' \quad c=4$	$7\chi 1\,(1\,\mathrm{VI})_6)$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{4'}{5'}$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{VII}_6)_{1'8'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{4'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{8'}{5'}$	$4\chi 2\,(1\,\mathrm{VII}_6)_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	4	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{1'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{8'}{5'}$	$3\,(\chi 3)\,(1\,\mathrm{VII}_6)_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{8'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{1'}{4'}$	$14\,(\chi 2)\,(1\mathrm{VII}_6)_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{5'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{8'}{4'}$	$2\,(\chi 5)\,(1\,\mathrm{VII}_6)_{1'5'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	8	8	7	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{8'}{4'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{1'}{5'}$	$2\,(\chi 6)\,(1\,\mathrm{VII}_6)_{1'5'}$

IV. Tetragonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,b\,c$	10	8	1	9φ VI	1	$a=8 \quad b=7 \quad c=6$	$17\,(\varphi 2)\,(1\,\mathrm{VI})$
$d\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	10	8	2	„	1	$d=4 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{6} \quad \frac{c}{c'}=\frac{3}{2}$	$6\,(\varphi 4)\,(1\,\mathrm{VI})_{2\,3}$
$a\,b\,c$	10	8	1	9φ VII	1	$a=3 \quad b=7 \quad c=4$	$17\,(\varphi 2)\,(1\,\mathrm{VII})$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	10	8	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{4} \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{8}$	$6\,(\varphi 4)\,(1\,\mathrm{VII})_{3\,4}$
$d\,b\,c$	12	8	1	9χ VI	1	$d=1' \quad b=7' \quad c=3'$	$6\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{VI})$
$d\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	12	8	2	„	1	$d=5' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{7'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{3}{3'}$	$6\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{VI})_{3\,3'}$
$d\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	12	8	3	„	1	$d=5 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7'}{1'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{3'}{5'}$	$17\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{VI})_{1'7'}$
$a\,b\,c$	12	8	1	9χ VII	1	$a=3 \quad b=7 \quad c=3'$	$6\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{VII})$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	12	8	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{3'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{7'}$	$6\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{VII})_{3'3'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	12	8	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{5'}{3'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{7'}{1'}$	$17\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{VII})_{1'7'}$
$a\,b\,c$	13	8	1	11 VI	1	$d=6' \quad b=3 \quad c=7$	$(21)\,(1\,\mathrm{VI})$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	13	8	2	„	1	$a=5 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{6'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{3}{2'}$	$(18)\,(1\,\mathrm{VI})_{2'3}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	13	8	3	„	1	$a=4' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{6'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{2'}{3}$	$(19)\,(1\,\mathrm{VI})_r$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	13	8	4	„	1	$a=8' \quad \frac{b}{b'}=\frac{3}{6'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{2'}{7}$	$(20)\,(1\,\mathrm{VI})_l$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	13	8	5	„	1	$a=8' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{2'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{6'}{3}$	$(23)\,(1\,\mathrm{VI})_r$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	13	8	6	„	1	$a=4' \quad \frac{b}{b'}=\frac{3}{2'} \quad \frac{c}{c'}=\frac{6'}{7}$	$(24)\,(1\,\mathrm{VI})_l$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	13	8	7	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{6'}{8'}$	$(23)\,(1\,\mathrm{VI})_r^s$
$1\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	13	8	8	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{6'}{4'}$	$(24)\,(1\,\mathrm{VI})_l^s$
$a\,b\,c$	13	8	1	11 VII	1	$a=3 \quad b=7 \quad c=8'$	$(21)\,(1\,\mathrm{VII})$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	13	8	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{4'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{8'}$	$(18)\,(1\,\mathrm{VII})_{3\,4'}^s$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	13	8	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{4'} \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{8'}$	$(19)\,(1\,\mathrm{VII})_r$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$\frac{a}{a'}\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}$	13	8	4	11 VII	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7}{4'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{3}{8'}$	$(20)\,(1\,\mathrm{VII})_l$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}$	13	8	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{8'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{7}{4'}$	$(23)\,(1\,\mathrm{VII})_r$
$\frac{a}{a'}\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}\frac{b}{b'}$	13	8	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7}{8'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{3}{4'}$	$(24)\,(1\,\mathrm{VII})_l$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	13	8	7	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{6'}{4'}$	$(23)\,(1\,\mathrm{VII})_r^s$
$\frac{a}{a'}\frac{a'}{a}\frac{a'}{a}$	13	8	8	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{6'}{8'}$	$(24)\,(1\,\mathrm{VII})_l^s$
$a\,b\,c$	14	8	1	$7\,\delta$ VI	1	$d=4\quad b=7'\quad c=3'$	$7\,\delta\,1\,(1\,\mathrm{VI}_7)$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	2	„	1	$d=4\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{6'}\quad\frac{c}{c'}=\frac{3'}{2'}$	$5\,\delta\,2\,(1\,\mathrm{VI}_7)_{2'3'}$
$a\frac{b}{b'}\genfrac{}{}{0pt}{}{c}{c'}$	14	8	3	„	1	$d=5\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{6'}\quad\frac{c}{c'}=\frac{3'}{2'}$	$4\,\delta\,1\,(1\,\mathrm{VI}_7)_{2'3'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	4	„	1	$d=5\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{2'}\quad\frac{c}{c'}=\frac{3'}{6'}$	$2\,(\delta\,2)\,(1\,\mathrm{VI}_7)_{2'7'}$
$d\,b\,c$	14	8	5	$6\,\delta$ VI	1	$d=8'\quad b=7'\quad c=3'$	$5\,(\delta\,1)\,(1\,\mathrm{VI}_6)$
$d\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	14	8	6	„	1	$d=4'\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{6}\quad\frac{c}{c'}=\frac{3'}{2}$	$2\,(\delta\,2)\,(1\,\mathrm{VI}_6)_{2\,3'}$
$a\,b\,c$	14	8	1	$7\,\delta$ VII	1	$d=4'\quad b=7'\quad c=8'$	$7\,\delta\,1\,(1\,\mathrm{VII}_7)$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}$	14	8	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3'}{4'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{8'}$	$5\,\delta\,2\,(1\,\mathrm{VII}_7)^c_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	14	8	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{3'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{8'}$	$4\,\delta\,1\,(1\,\mathrm{VII}_7)_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b}{b'}$	14	8	4	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7'}{8'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{4'}{3'}$	$2\,(\delta\,2)\,1\,\mathrm{VII}_7)_{3'4'}$
$a\,b\,c$	14	8	5	$6\,\delta$ VII	1	$a=8\quad b=7'\quad c=4$	$5\,(\delta\,1)\,(1\,\mathrm{VII}_6)$
$\frac{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	14	8	6	„	1	$a=\frac{3'}{4}\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'}{8}$	$2\,(\delta\,2)\,(1\,\mathrm{VII}_6)^c_{3'4}$
$a\,b\,c$	15	16	1	$11\,\chi$ VI	1 5′	$a=4'8\quad b=3'7\quad c=2'6$	$21\,(\chi\,1)\,(1\pi\,\mathrm{VI})$
$a\,b\,c$	15	16	1	„	1 8	$a=4\,5\quad b=6'7'\quad c=2'8'$	$21\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VI}')$
$a\,b\,c$	15	16	1	„	1 8′	$a=1'8\quad b=2\,3'\quad c=2'3$	$21\,(\chi\,1)\,(3\,\mathrm{VI}')$
$a\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}\frac{c}{c'}$	15	16	4	$11\,\chi$ VI	1 4′	$a=5'8\quad\frac{b}{b'}=\frac{3'6}{3\,6'}\quad c=\frac{2'7}{2\,7'}$	$8\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{VI}')_{2\,2'}$
$a\frac{b}{b'}\frac{c}{c'}$	15	16	4	„	1 1′	$a=5\,5'\quad\frac{b}{b'}=\frac{7\,7'}{6\,6'}\quad\frac{c}{c'}=\frac{3\,3'}{2\,2'}$	$18\,(\chi\,3)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VI})_{23}$
$a\,b\,c$	15	16	1	11χVII	1 5′	$a=3\,7'\quad b=3'7\quad c=4\,8'$	$21\,(\chi\,1)\,(1\pi\,\mathrm{VII})$
$a\,b\,c$	15	16	2	„	1 6	$a=3\,8\quad b=4\,7\quad c=3'8'$	$21\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{VII})$
$a\,b\,c$	15	16	3	„	1 6′	$a=4'7\quad b=4\,7'\quad c=3\,8'$	$21\,(\chi\,1)\,(3\,\mathrm{VII})$
$\genfrac{}{}{0pt}{}{a}{a'}\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	15	16	4	„	1 4′	$\frac{a}{a'}=\frac{3'4}{3\,4'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{7'8}{7\,8'}$	$8\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{VII})_{3\,3'}$
$\frac{a}{a'}\genfrac{}{}{0pt}{}{b}{b'}\frac{b'}{b}$	15	16	5	„	1 1′	$\frac{a}{a'}=\frac{3\,3'}{4\,4'}\quad\frac{b}{b'}=\frac{7\,7'}{8\,8'}$	$18\,(\chi\,3)\,(1\chi'\mathrm{VII})_{34}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
				VI. Kubische Syngonie.			
$d\,a_1\,a_2$	29	24	1	$21\,\chi$ VI	$1\;1_1\;1_2$	$d = 1'\,2_2\,6_1 \quad a_1 = 2_2'\,5_1\,6'$ $a_2 = 2'\,5_2\,6_1'$	$21\,\chi\,1\,(13$ VI)
$d\,a_1\,a_2$	30	24	1	$21\,\delta$ VI	$1\;1_1\;1_2$	$d = 3_1'\,4\,7_2' \quad a_1 = 2_2'\,5_1\,6'$ $a_2 = 2'\,5_2'\,6_1'$	$21\,\delta\,1\,(13$ VI)
$d\,a_1\,a_2$	31	24	1	24 VI	$1\;1_1\;1_2$	$d = 3_2\,7_1\,8' \quad a_1 = 2'\,5_2\,6_1'$ $a_2 = 2'\,5_2\,6_1'$	(38) (13 VI)
$d\,a_1\,a_2$	32	48	1	$24\,\chi$ VI	$(1\,5')_3$	$a = 1'\,2_2\,2_1'\,5\,6_1\,6_2'$ $a_1 = 1_1'\,2\,2_2'\,5_1\,6_2\,6'$ $a_2 = 1_2'\,2_1\,2'\,5_2\,6\,6_1'$	(38) $(\chi\,2)\,(13\,\alpha$ VI)
$d\,a_1\,a_2$	32	48	2	„	$(1\,8)_3$	$a = 2_1'\,3_1'\,4\,5\,6_2'\,7_2'$ $a_1 = 2_2'\,3_2'\,4_1\,5_1\,6'\,7'$ $a_2 = 2'\,3'\,4_2\,5_2\,6_1'\,7_1'$	(38 $(\chi\,1)\,(13\,\varphi$ VI)
$a\,a_1\,a_2$	30	24	1	20δVII	$1\;1_1\;1_3$	$a = 3_2'\,4_1\,7' \quad a_1 = 3'\,4_2\,7_1'$ $a_2 = 3_1'\,4\,7_2'$	22 $(\delta\,1)$ (13 VII)
$a\,a_1\,a_2$	31	24	1	23 VII	$1\;1_1\;1_2$	$a = 3\,7_2\,8_1' \quad a_1 = 3_1\,7\,8'$ $a_2 = 3_2\,7_1\,8'$	(39) (13 VII)
$a\,a_1\,a_2$	32	48	1	23χVII	$(1\,5')_3$	$a = 3\,3_2'\,4_1\,7_2\,7'\,8_1'$ $a_1 = 3_1\,3'\,4_2\,7\,7_1'\,8_2'$ $a_2 = 3_2\,3_1'\,4\,7_1\,7_2'\,8'$	39 $(\chi\,1)\,(13\,\alpha$ VII)

66. Was die Auffindung der Tetraparalleloëdersysteme betrifft, so ist dieselbe für alle Symmetriearten, ausser den hexagonalen, durch die nahe Analogie mit Triparalleloëdersystemen in äusserstem Grade vereinfacht, so dass diese Auffindung fast als eine Wiederholung zu betrachten wäre. Dieselben Symmetriearten werden aber jetzt durch andere charakteristische Zahlen ausgedrückt, und zwar anstatt 5 muss man jetzt 7, anstatt 5′ — 7′, anstatt 2 und 6 2 und 8 und anstatt 2′ und 6′ 2′ und 8′ setzen. Aus dem Standpunkte der Lehre von der scheinbaren Symmetrie sind aber jetzt die Symmetrieelemente 2′ und 8′, 2 und 8 absolut von einander zu unterscheiden, und zwar desswegen, weil 8′ und 8 senkrecht zu Schichten sind, welche durch 2′ und 2 bedingt werden können. Aus diesem Grunde erscheinen die meisten Triparalleloëdersysteme der monoklinen Syngonie und diejenigen des Typus 5 III der rhombischen in Doppelzahl. Das ist nur dann nicht der Fall, wenn Symmetrieelemente vorhanden sind, durch welche das Zustandekommen beider in gleicher Form (central resp. schneidend) bedingt sind.

Es bleiben also speciell die Systeme der hexagonalen Syngonie zu besprechen.

Der leitende Hauptsatz bei dieser Auffindung ist der, dass die der singulären Ebene parallelen Schichten entweder I. oder III. Ordnung sein können. Um den Beweis dafür zu erbringen, braucht man nur darauf hinzuweisen, dass den Grenzflächen der singulären Zone ausschliesslich 5 und 9 zukommen und sämmtliche andere ausgeschlossen sind. Diese Zahlen weisen auf die peripherisch auftretende 3-zählige Symmetrieaxe hin; die Zahlen 3, 3′, 7, 7′, 11, 11′ würden auf die explicit auftretende 6-zählige Symmetrieaxe oder auf die Axe der zusammengesetzten Symmetrie I. Art hinweisen (was direct aus dem 1. Satze, § 13, I. Theil folgt); die Zahlen 1′, 5′ und 9′ würden auf das explicite Auftreten der 6-zähligen Axe der zusammengesetzten Symmetrie II. Art hinweisen. Was endlich die Symmetrieelemente 2, 2′, 4, 4′, 6, 6′, 8, 8′, 10, 10′, 12 und 12′ betrifft, so kann keines von denselben als peri-

pherisches Verbandsymmetrieelement auftreten, sondern nur entweder als centrales oder als schneidendes, also nicht in der Form von Symmetrieaxen oder Symmetrieebenen, sondern in der Form 2-zähliger Schraubenaxen oder Gleitebenen. Dieselben bedingen aber die Entstehung der Colonnen der Reihen I. oder II. Ordnung. Bei der Anwesenheit eines von diesen Verbandsymmetrieelementen müssen also in der singulären Schicht und zwar in jeder derselben angehörenden Colonne oder Reihe die Glieder des aus gleich orientirten Einheiten zusammengesetzten Netzes anwesend sein; somit kann jede Colonne und jede Reihe dieser Schicht mit der anliegenden parallelen Colonne resp. Reihe durch einfache Translation verbunden sein; das resultirende Symmetrieelement der 2-zähligen Schraubenaxe oder Gleitebene mit dieser Translation würde aber den Sätzen § 13, I. Theil gemäss eine 2-zählige Symmetrieaxe resp. Symmetrieebene gewesen sein. Dieselben werden aber, wie eben hingewiesen, als Elemente der Verbandsymmetrie ausgeschlossen.

Auf diesem Satze fussend, schliessen wir, dass sämmtliche Systeme II. und IV. Ordnung nothwendig Schichtsysteme sind, welche aber sehr leicht nach der Ordnung der auftretenden Symmetrieelemente erschöpfend aufzufinden sind. Von denselben zeichnen sich diejenigen II. Ordnung durch phanerotopische singuläre Colonnen aus, während in den Systemen IV. Ordnung die Gleitebene resp. die nicht polare 6-zählige Schraubenaxe dieser Colonnen kryptotopisch auftritt. In den Systemen III. Ordnung tritt die polare 3-zählige Schraubenaxe central auf. In den Systemen VI. Ordnung tritt dieselbe Axe kryptotopisch auf (was auch im Falle der central auftretenden polaren 6-zähligen Schraubenaxe angenommen werden kann). In den Systemen XII. Ordnung tritt nothwendig die polare 6-zählige Schraubenaxe kryptotopisch auf. Schichtsysteme von noch höherer Ordnung kann es natürlich nicht geben, und selbst bei den Systemen XII. Ordnung sind die Elemente der geraden Symmetrie ausgeschlossen, und es bleibt somit allein die 25. Symmetrieart zulässig.

In den Systemen, welche nicht Schichtsysteme sind, tritt die 3-zählige Symmetrieaxe (resp. 6-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie II. Art) peripherisch auf.

Es bleibt zu erwähnen übrig, dass die 6-zählige Symmetrieaxe gar nicht peripherisch auftreten kann, während die 6-zählige Axe der zusammengesetzten Symmetrie I. Art lediglich peripherisch in Bezug auf die Grenzfläche a (also halbperipherisch) auftritt.

Wegen der anschaulichen Charakteristik der Systeme werden in den Symbolen die Buchstaben s, v, c und h eingeführt, von welchen der erste die horizontalen Schichten, der zweite die verticalen Schichten, der dritte die verticalen Colonnen und der vierte die horizontalen Colonnen bezeichnet.

VI. Tetraparalleloëder II. und höherer Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
				Tetraparalleloëder II. Ordnung.			
				I. Trikline Syngonie.			
$a\,1\,1$	2	2	1	1π IV	1	$a = 7'$	$1\pi\,(1\,\mathrm{IV})^s$
$1\,a\,a$	2	2	2	„	1	$a = 7'$	$1\pi\,(1\,\mathrm{IV})^v$
$a\,a\,a$	2	2	3	„	1	$a = 7'$	$1\pi\,(1\,\mathrm{IV})^h$

II. Monokline Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
a 1 1	3	2	1	2 IV	1	$a = 7$	$(1)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^s$
1 *a a*	3	2	2	„	1	$a = 7$	$2\,(1\,\mathrm{IV}_2)^\nu$
a a a	3	2	3	„	1	$a = 7$	$3\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
a 1 1	3	2	4	3 IV	1	$a = 2'$	$3\,(1\,\mathrm{IV}_3)^s$
1 *a* 1	3	2	5	„	1	$a = 2'$	$(1)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^\nu$
a a 1	3	2	6	„	1	$a = 2'$	$3\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
a 1 1	3	2	7	3 IV'	1	$a = 8'$	$3\,(1\,\mathrm{IV}_3')^s$
1 *a* 1	3	2	8	„	1	$a = 8'$	$(1)\,(1\,\mathrm{IV}_3')^\nu$
a a 1	3	2	9	„	1	$a = 8'$	$3\,(1\,\mathrm{IV}_3')^h$
a 1 1	4	2	1	1χ IV	1	$a = 1'$	$1\chi\,(1\,\mathrm{IV}_2)^s$
1 *a a*	4	2	2	„	1	$a = 1'$	$1\chi\,1\,(1\,\mathrm{IV}_2)^\nu$
a a a	4	2	3	„	1	$a = 1'$	$1\chi'\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
a 1 1	4	2	4	$1\chi'$ IV	1	$a = 8$	$1\chi\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^s$
1 *a* 1	4	2	5	„	1	$a = 8$	$1\chi\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^\nu$
a a 1	4	2	6	„	1	$a = 8$	$1\chi'\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
a 1 1	4	2	7	„	1	$a = 2$	$1\chi\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3')^s$
1 *a* 1	4	2	8	„	1	$a = 2$	$1\chi\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3')^\nu$
a a 1	4	2	9	„	1	$a = 2$	$1\chi'\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3')^h$
a 1 1	5	4	1	2χ IV	1 7'	$a = 1'7$	$1\,(\chi\,1)\,(1\,\pi\,\mathrm{IV}_2)^s$
1 *a a*	5	4	2	„	1 7'	$a = 1'7$	$2\chi\,1\,(1\pi\,\mathrm{IV}_2)^\nu$
a a a	5	4	3	„	1 7'	$a = 1'7$	$3\chi\,(1\pi\,\mathrm{IV}_2)^h$
a 1 1	5	4	4	„	1 7	$a = 1'7'$	$2\chi\,(2\,\mathrm{IV}_2)^s$
1 *a a*	5	4	5	„	1 7	$a = 1'7'$	$3\chi\,1\,(2\,\mathrm{IV}_2)^\nu$
a a a	5	4	6	„	1 7	$a = 1'7'$	$3\chi\,(2\,\mathrm{IV}_2)^h$
a 1 1	5	4	7	„	1 1'	$a = 7\,7'$	$1\,(\chi\,1)\,(1\chi\,\mathrm{IV}_2)^s$
1 *a a*	5	4	8	„	1 1'	$a = 7\,7'$	$2\chi\,(1\chi\,\mathrm{IV}_2)^\nu$
a a a	5	4	9	„	1 1'	$a = 7\,7'$	$3\chi\,(1\chi\,\mathrm{IV}_2)^h$
a 1 1	5	4	10	3χ IV	1 7'	$a = 2'8$	$2\chi\,1\,(1\pi\,\mathrm{IV}_2)^s$
1 *a* 1	5	4	11	„	1 7'	$a = 2'8$	$1\,(\chi\,2)\,(1\pi\,\mathrm{IV}_3)^\nu$
a a 1	5	4	12	„	1 7'	$a = 2'8$	$3\chi\,1\,(1\pi\,\mathrm{IV}_3)^h$
a 1 1	5	4	13	„	1 2'	$a = 7'8$	$3\chi\,1\,(3\,\mathrm{IV}_3)^s$
1 *a* 1	5	4	14	„	1 2'	$a = 7'8$	$2\chi\,1\,(3\,\mathrm{IV}_3)^\nu$
a a 1	5	4	15	„	1 2'	$a = 7'8$	$3\chi\,1\,(3\,\mathrm{IV}_3)^h$
a 1 1	5	4	16	„	1 8	$a = 2'7'$	$3\chi\,(1\chi'\,\mathrm{IV}_3)^s$
1 *a* 1	5	4	17	„	1 8	$a = 2'7'$	$1\,(\chi\,1)\,(1\chi'\,\mathrm{IV}_3)^\nu$
a a 1	5	4	18	„	1 8	$a = 2'7'$	$3\chi\,(1\chi'\,\mathrm{IV}_3)^h$
a 1 1	5	4	19	3χ IV'	1 7'	$a = 2\,8'$	$3\chi\,1\,(1\pi\,\mathrm{IV}_3)^s$
1 *a* 1	5	4	20	„	1 7'	$a = 2\,8'$	$1\,(\chi\,2)\,(1\pi\,\mathrm{IV}_3)^\nu$
a a 1	5	4	21	„	1 7'	$a = 2\,8'$	$3\chi\,1\,(1\pi\,\mathrm{IV}_3)^h$
a 1 1	5	4	22	„	1 8'	$a = 2\,7'$	$3\chi\,1\,(3\,\mathrm{IV}_3')^s$
1 *a* 1	5	4	23	„	1 8'	$a = 2\,7'$	$2\chi\,1\,(3\,\mathrm{IV}_3')^\nu$
a a 1	5	4	24	„	1 8'	$a = 2\,7'$	$3\chi\,1\,(3\,\mathrm{IV}_3')^h$
a 1 1	5	4	25	„	1 2	$a = 7'8'$	$3\chi\,(1\chi'\,\mathrm{IV}_3')^s$
1 *a* 1	5	4	26	„	1 2	$a = 7'8'$	$1\,(\chi\,1)\,(1\chi'\,\mathrm{IV}_3')^\nu$
a a 1	5	4	27	„	1 2	$a = 7'8'$	$3\chi\,(1\chi'\,\mathrm{IV}_3')^h$

III. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
a 1 1	6	4	1	5 IV	1 7	$a = 2'8'$	$5\,(2\,\mathrm{IV})^s$
1 *a* 1	6	4	2	„	1 7	$a = 2'8'$	$(2)\,(2\,\mathrm{IV})^\nu$
a a 1	6	4	3	„	1 7	$a = 2'8'$	$6\,(2\,\mathrm{IV})^h$
a 1 1	6	4	4	„	1 2	$a = 7\,8'$	$(4)\,(3\,\mathrm{IV})^s$
1 *a* 1	6	4	5	„	1 2'	$a = 7\,8'$	$(3)\,(3\,\mathrm{IV})^\nu$
a a 1	6	4	6	„	1 2'	$a = 7\,8'$	$(5)\,(3\,\mathrm{IV})^h$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
a 1 1	6	4	7	5 IV	1 8′	$a = 2'\,7$	$(4)\,(3\,IV')^s$
1 a 1	6	4	8	„	1 8′	$a = 2'\,7$	$(3)\,(3\,IV')^\nu$
$a\,a$ 1	6	4	9	„	1 8′	$a = 2'\,7$	$(5)\,(3\,IV')^h$
a 1 1	7	4	1	$2\varphi'$ IV	1 7	$a = 2\,8$	$2\varphi'\,1\,(3\,IV_2)^s$
1 a 1	7	4	2	„	1 7	$a = 2\,8$	$2\varphi\,5\,(3\,IV_2)^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	3	„	1 7	$a = 2\,8$	$3\,\varphi'\,2\,(3\,IV_2)^h$
a 1 1	7	4	4	„	1 2	$a = 7\,8$	$1\,(\varphi 5)\,(1\,\chi'\,IV_2')^s$
1 a 1	7	4	5	„	1 2	$a = 7\,8$	$2\,\varphi\,2\,(1\,\chi'\,IV_2')^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	6	„	1 2	$a = 7\,8$	$3\,\varphi'\,1\,(1\,\chi'\,IV_2')^h$
a 1 1	7	4	7	„	1 8	$a = 2\,7$	$1\,(\varphi\,5)\,(1\,\chi'\,IV_2)^s$
1 a 1	7	4	8	„	1 8	$a = 2\,7$	$2\,\varphi\,2\,(1\,\chi'\,IV_2)^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	9	„	1 8	$a = 2\,7$	$3\,\varphi'\,1\,(1\,\chi'\,IV_2)^h$
a 1 1	7	4	10	$3\,\varphi$ IV	1 8′	$a = 1'\,8$	$3\,\varphi\,2\,(3\,IV_3')^s$
1 a 1	7	4	11	„	1 8′	$a = 1'\,8$	$2\,\varphi\,3\,(3\,IV_3')^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	12	„	1 8′	$a = 1'\,8$	$3\,\varphi'\,1\,(3\,IV_3')^h$
a 1 1	7	4	13	„	1 1′	$a = 8\,8'$	$3\,\varphi\,2\,(1\,\chi\,IV_3)^s$
1 a 1	7	4	14	„	1 1′	$a = 8\,8'$	$1\,(\varphi\,1)\,(1\,\chi\,IV_3)^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	15	„	1 1′	$a = 8\,8'$	$3\,\varphi'\,1\,(1\,\chi\,IV_3)^h$
a 1 1	7	4	16	„	1 8	$a = 1'\,8'$	$3\,\varphi\,(1\,\chi'\,IV_3)^s$
1 a 1	7	4	17	„	1 8	$a = 1'\,8'$	$1\,(\varphi\,2)\,(1\,\chi'\,IV_3)^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	18	„	1 8	$a = 1'\,8'$	$3\,\varphi'\,(1\,\chi'\,IV_3)^h$
a 1 1	7	4	19	$3\,\varphi$ IV′	1 2′	$a = 1'\,2$	$3\,\varphi\,2\,(3\,IV_3)^s$
1 a 1	7	4	20	„	1 2′	$a = 1'\,2$	$2\,\varphi\,3\,(3\,IV_3)^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	21	„	1 2′	$a = 1'\,2$	$3\,\varphi'\,1\,(3\,IV_3)^h$
a 1 1	7	4	22	„	1 1′	$a = 2\,2'$	$3\,\varphi\,2\,(1\,\chi\,IV_3)^s$
1 a 1	7	4	23	„	1 1′	$a = 2\,2'$	$1\,(\varphi\,1)\,(1\,\chi\,IV_3)^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	24	„	1 1′	$a = 2\,2'$	$3\,\varphi'\,1\,(1\,\chi\,IV_3)^h$
a 1 1	7	4	25	„	1 2	$a = 1'\,2'$	$3\,\varphi\,(1\,\chi'\,IV_3')^s$
1 a 1	7	4	26	„	1 2	$a = 1'\,2'$	$1\,(\varphi\,2)\,(1\,\chi'\,IV_3')^\nu$
$a\,a$ 1	7	4	27	„	1 2	$a = 1'\,2'$	$3\,\varphi'\,(1\,\chi'\,IV_3')^h$
a 1 1	8	8	1	$5\,\chi$ IV	1 1′ 7 7′	$a = 2\,2'\,8\,8'$	$5\,\chi\,1\,(2\,\chi\,IV)^s$
1 a 1	8	8	2	„	1 1′ 7 7′	$a = 2\,2'\,8\,8'$	$2\,(\chi\,1)\,(2\,\chi\,IV)^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	3	„	1 1′ 7 7′	$a = 2\,2'\,8\,8'$	$6\,\chi\,1\,(2\,\chi\,IV)^h$
a 1 1	8	8	4	„	1 2′ 7′ 8	$a = 1'\,2\,7\,8'$	$4\,(\chi\,1)\,(3\,\chi\,IV)^s$
1 a 1	8	8	5	„	1 2′ 7′ 8	$a = 1'\,2\,7\,8'$	$3\,(\chi\,2)\,(3\,\chi\,IV)^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	6	„	1 2′ 7′ 8	$a = 1'\,2\,7\,8'$	$5\,(\chi\,1)\,(3\,\chi\,IV)^h$
a 1 1	8	8	7	„	1 2 7′ 8′	$a = 1'\,2'\,7\,8$	$4\,(\chi\,1)\,(3\,\chi\,IV')^s$
1 a 1	8	8	8	„	1 2 7′ 8′	$a = 1'\,2'\,7\,8$	$3\,(\chi\,2)\,(3\,\chi\,IV')^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	9	„	1 2 7′ 8′	$a = 1'\,2'\,7\,8$	$5\,(\chi\,1)\,(3\,\chi\,IV')^h$
a 1 1	8	8	10	„	1 2′ 7 8′	$a = 1'\,2\,7'\,8$	$5\,\chi\,1\,(5\,IV)^s$
1 a 1	8	8	11	„	1 2′ 7 8′	$a = 1'\,2\,7'\,8$	$4\,\chi\,2\,(5\,IV)^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	12	„	1 2′ 7 8′	$a = 1'\,2\,7'\,8$	$6\,\chi\,1\,(5\,IV)^h$
a 1 1	8	8	13	„	1 2 7 8	$a = 1'\,2'\,7'\,8'$	$5\,\chi\,(3\,\varphi'\,IV)^s$
1 a 1	8	8	14	„	1 2 7 8	$a = 1'\,2'\,7'\,8'$	$2\,(\chi\,3)\,(3\,\varphi'\,IV)^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	15	„	1 2 7 8	$a = 1'\,2'\,7'\,8'$	$6\,\chi\,(3\,\varphi'\,IV)^h$
a 1 1	8	8	16	„	1 1′ 2 2′	$a = 7\,7'\,8\,8'$	$4\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\,IV')^s$
1 a 1	8	8	17	„	1 1′ 2 2′	$a = 7\,7'\,8\,8'$	$3\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\,IV')^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	18	„	1 1′ 2 2′	$a = 7\,7'\,8\,8'$	$5\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\,IV')^h$
a 1 1	8	8	19	„	1 1′ 8 8′	$a = 2\,2'\,7\,7'$	$4\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\,IV)^s$
1 a 1	8	8	20	„	1 1′ 8 8′	$a = 2\,2'\,7\,7'$	$3\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\,IV)^\nu$
$a\,a$ 1	8	8	21	„	1 1′ 8 8′	$a = 2\,2'\,7\,7'$	$5\,(\chi\,1)\,(3\,\varphi\,IV)^h$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	

V. Hexagonale Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
a 1 1	17	6	1	12 φ IV	1 5 9	a = 4 8 12	12 φ 1 (12 IV)^s
a 1 1	17	6	2	12 φ' IV	1 5 9	a = 2 6 10	12 φ' 1 (12 IV)^s
a 1 1	18	6	1	12 α IV	1 5 9	a = 3' 7' 11'	12 α (12 IV)^s
a 1 1	19	6	1	14 IV	1 5 9	a = 2' 6' 10'	14 (12 IV)^s
a 1 1	19	6	2	15 IV	1 5 9	a = 4' 8' 12'	15 (12 IV)^s
a 1 1	20	12	1	14 α IV	1 4 5 8 9 12	a = 2' 3' 6' 7' 10' 11'	14 α (12 φ IV)^s
a 1 1	20	12	2	"	1 3' 5 7' 9 11'	a = 2' 4 6' 8 10' 12	14 α 1 (12 α IV)^s
a 1 1	20	12	3	"	1 2' 5 6' 9 10'	a = 3' 4 7' 8 11' 12	14 α 1 (14 IV)^s
a 1 1	20	12	4	15 α IV	1 2 5 6 9 10	a = 3' 4' 7' 8' 11' 12'	15 α (12 φ IV)^s
a 1 1	20	12	5	"	1 3' 5 7' 9 11'	a = 2 4' 6 8' 10 12'	15 α 1 (12 α IV)^s
a 1 1	20	12	6	"	1 4' 5 8' 9 12'	a = 2 3' 6 7' 10 11'	15 α 1 (15 IV)^s
a 1 1	21	6	1	17 IV	1 5 9	a = 3 7 11	(28) (12 IV)^s
a 1 1	22	12	1	17 φ IV	1 3 5 7 9 11	a = 2 4 6 8 10 12	17 φ 1 (17 IV)^s
a 1 1	22	12	2	"	1 4 5 8 9 12	a = 2 3 6 7 10 11	28 (φ 1) (12 φ IV)^s
a 1 1	22	12	3	"	1 2 5 6 9 10	a = 3 4 7 8 11 12	28 (φ 2) (12 φ' IV)^s
a 1 1	23	6	1	12 π IV	1 5 9	a = 1' 5' 9'	12 π (12 IV)^s
a 1 1	24	12	1	17 χ IV	1 3' 5 7' 9 11'	a = 1' 3 5' 7 9' 11	28 (χ 1) (12 α IV)^s
a 1 1	24	12	2	"	1 3 5 7 9 11	a = 1' 3' 5' 7' 9' 11'	17 χ (17 IV)^s
a 1 1	24	12	3	"	1 1' 5 5' 9 9'	a = 3 3' 7 7' 11 11'	28 (χ 1) (12 π IV)^s
a 1 1	25	12	1	18 IV	1 2' 5 6' 9 10'	a = 3 4' 7 8' 11 12'	(33) (14 IV)^s
a 1 1	25	12	2	"	1 4' 5 8' 9 12'	a = 2' 3 6' 7 10' 11	(33) 15 IV)^s
a 1 1	25	12	3	"	1 3 5 7 9 11	a = 2' 4' 6' 8' 10' 12'	18 (17 IV)^s
a 1 1	26	12	1	14 π IV	1 2' 5 6' 9 10'	a = 1' 2 5' 6 9' 10	14 π 1 (14 IV)^s
a 1 1	26	12	2	"	1 2 5 6 9 10	a = 1' 2' 5' 6' 9' 10'	14 π (12 φ' IV)^s
a 1 1	26	12	3	"	1 1' 5 5' 9 9'	a = 2 2' 6 6' 10 10'	14 π 1 (12 π IV)^s
a 1 1	26	12	4	15 π IV	1 4' 5 8' 9 12'	a = 1' 4 5' 8 9' 12	15 π 1 (15 IV)^s
a 1 1	26	12	5	"	1 4 5 8 9 12	a = 1' 4' 5' 8' 9' 12'	15 π (12 φ IV)^s
a 1 1	26	12	6	"	1 1' 5 5' 9 9'	a = 4 4' 8 8' 12 12'	15 π (12 π IV)^s
a 1 1	27	24	1	18 χ IV	1 2' 3' 4 5 6' 7' 8 9 10' 11' 12	a = 1' 2 3 4' 5' 6 7 8' 9' 10 11 12'	33 (χ 1) (14 α IV)^s
a 1 1	27	24	2	"	1 2 3' 4' 5 6 7' 8' 9 10 11' 12'	a = 1' 2' 3 4 5' 6' 7 8 9' 10' 11 12	33 (χ 2) (15 α IV)^s
a 1 1	27	24	3	"	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12	a = 1' 2' 3' 4' 5' 6' 7' 8' 9' 10' 11' 12'	18 χ (17 φ IV)^s
a 1 1	27	24	4	"	1 1' 3 3' 5 5' 7 7' 9 9' 11 11'	a = 2 2' 4 4' 6 6' 8 8' 10 10' 12 12'	18 χ 1 (17 χ IV)^s
a 1 1	27	24	5	"	1 2' 3 4' 5 6' 7 8' 9 10' 11	a = 1' 2 3' 4 5' 6 7' 8 9' 10 11' 12	18 χ 1 (18 IV)^s
a 1 1	27	24	6	"	1 1' 2 2' 5 5' 6 6' 9 9' 10 10'	a = 3 3' 4 4' 7 7' 8 8' 11 11' 12 12'	33 (χ 2) (14 π IV)^s
a 1 1	27	24	7	"	1 1' 4 4' 5 5' 8 8' 9 9' 12 12'	a = 2 2' 3 3' 6 6' 7 7' 10 10' 11 11'	33 (χ 1) (15 π IV)^s

Tetraparalleloëdersysteme III. Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}$ 1 1	16	3	1	12 IV	1	$\frac{a}{a'} = \frac{9}{5}$	(10) (1 IV)$_r$
$\frac{a}{a'}$ 1 1	16	3	2	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5}{9}$	(11) (1 IV)^s_l
1 $\frac{b}{b'}$ $\frac{b'}{b}$	16	3	3	"	1	$\frac{b}{b'} = \frac{5}{9}$	12 (1 IV)^s
$\frac{a}{a'}$ $\frac{a}{a'}$ $\frac{a'}{a}$	16	3	4	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{9}{5}$	13 (1 IV)$_r$
$\frac{a}{a'}$ $\frac{a}{a'}$ $\frac{a'}{a}$	16	3	5	"	1	$\frac{a}{a'} = \frac{5}{9}$	13 (1 IV)$_l$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	17	6	1	12φIV	1 8	$\frac{b}{b'}=\frac{5\;12}{4\;9}$	$12\varphi'(1\chi'\,\mathrm{IV})^c$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	19	6	1	15 IV	1 8'	$\frac{b}{b'}=\frac{5\;12'}{4'\;9}$	$14\,(4\,\mathrm{IV}')^c$
$\frac{a}{a'}1\,1$	21	6	1	17 IV	1 7	$\frac{a}{a'}=\frac{3\;9}{5\;11}$	$(29)\,(3\,\mathrm{IV})^s_r$
$\frac{a}{a'}1\,1$	21	6	2	17 IV	1 7	$\frac{a}{a'}=\frac{5\;11}{3\;9}$	$(30)\,(3\,\mathrm{IV})^s_l$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	23	6	1	12πIV	1 1'	$\frac{b}{b'}=\frac{5\;5'}{9\;9'}$	$12\pi\,(1\chi\,\mathrm{IV})^c_{59}$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	24	12	1	17χIV	1 1' 7 7'	$\frac{b}{b'}=\frac{5\;5'}{3\;3'}\frac{11\;11'}{9\;9'}$	$28\,(\chi 1)\,(2\chi\,\mathrm{IV})^c_{35}$
$\frac{a}{a'}1\,1$	25	12	1	18 IV	1 2' 7 8'	$\frac{a}{a'}=\frac{3\;4'}{5\;6'}\frac{9\;10'}{11\;12'}$	$(34)\,(5\,\mathrm{IV})^s_r$
$\frac{a}{a'}1\,1$	25	12	2	18 IV	1 2' 7 8'	$\frac{a}{a'}=\frac{5\;6'}{3\;4'}\frac{11\;12'}{9\;10'}$	$(35)\,(5\,\mathrm{IV})^s_l$
$1\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	26	12	1	15πIV	1 1' 8 8'	$\frac{b}{b'}=\frac{5\;5'}{4\;4'}\frac{12\;12'}{9\;9'}$	$14\pi\,(3\varphi\,\mathrm{IV})^c_{45}$

Tetraparalleloëder IV. Ordnung.

II. Monokline Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\,b\,1$	5	4	1	2χIV	1	$a=7'$ $b=7$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$a\,b\,1$	5	4	2	„	1	$a=7'$ $b=1'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$a\,b\,1$	5	4	3	„	1	$a=7$ $b=7'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h'}$
$a\,b\,1$	5	4	4	„	1	$a=7$ $b=1'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h''}$
$a\,b\,1$	5	4	5	„	1	$a=1'$ $b=7'$	$1\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$a\,b\,1$	5	4	6	„	1	$a=1'$ $b=7$	$2\chi\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$1\,b\,c$	5	4	7	„	1	$b=7'$ $c=7$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_2)^c$
$a\,b\,c$	5	4	8	„	1	$a=7'$ $b=7'$ $c=7$	$3\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_2)$
$a\,b\,c$	5	4	9	„	1	$a=7$ $b=1'$ $c=7$	$3\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_2)'$
$a\,b\,c$	5	4	10	„	1	$a=1'$ $b=1'$ $c=7$	$3\chi\,(1\,\mathrm{IV}_2)$
$\frac{a}{a'}1\,1$	5	4	11	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7'}{1'}$	$1\,(\chi 1)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^s$
$\frac{a}{a'}b\,1$	5	4	12	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7'}{1'}$ $b=7$	$3\chi\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$1\frac{b}{b'}1$	5	4	13	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7'}{7}$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_2)^\nu$
$a\frac{b}{b'}1$	5	4	14	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7'}{7}$ $a=1'$	$3\chi\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h'}$
$1\frac{b}{b'}c$	5	4	15	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7'}{7}$ $c=1'$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{c'}$
$a\frac{b}{b'}a$	5	4	16	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7'}{7}$ $a=1'$	$3\chi\,(1\,\mathrm{IV}_2)$
$a\,b\,1$	5	4	17	3χIV	1	$a=7'$ $b=2'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	5	4	18	„	1	$a=7'$ $b=8$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h'}$
$a\,b\,1$	5	4	19	„	1	$a=2'$ $b=7'$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	5	4	20	„	1	$a=2'$ $b=8$	$2\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h'}$
$a\,b\,1$	5	4	21	„	1	$a=8$ $b=7'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h''}$
$a\,b\,1$	5	4	22	„	1	$a=8$ $b=2'$	$1\,(\chi 2)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h'''}$
$\frac{a}{a'}1\,1$	5	4	23	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{7'}{2'}$	$3\chi 1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^s_{2'7'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$\frac{a}{a'} b\, 1$	5	4	24	3χ IV	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7'}{2'}$ $b = 8$	$3\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3)^h_{2'7'}$
$1 \frac{b}{b'} 1$	5	4	25	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{8}$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3)^\nu_{7'8}$
$a \frac{b}{b'} 1$	5	4	26	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{8}$ $a = 2'$	$3\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3)^h_{7'8}$
$1 \frac{b}{b'} 1$	5	4	27	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{2'}$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3)^\nu_{2'7'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	5	4	28	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{2'}$ $a = 8$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3)^h_{2'7'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	5	4	29	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{2'}$ $a = 2'$	$3\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3)^h_{2'7'}$
$a\, b\, 1$	5	4	30	3χ IV'	1	$a = 7'$ $b = 8'$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^h$
$a\, b\, 1$	5	4	31	,,	1	$a = 7'$ $b = 2$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^{h'}$
$a\, b\, 1$	5	4	32	,,	1	$a = 8'$ $b = 7'$	$2\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3')^h$
$a\, b\, 1$	5	4	33	,,	1	$a = 8'$ $b = 2$	$2\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3')^{h'}$
$a\, b\, 1$	5	4	34	,,	1	$a = 2$ $b = 7'$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^{h''}$
$a\, b\, 1$	5	4	35	,,	1	$a = 2$ $b = 8'$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^{h'''}$
$\frac{a}{a'} 1\, 1$	5	4	36	,,	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7'}{8'}$	$3\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3')^s_{7'8'}$
$\frac{a}{a'} b\, 1$	5	4	37	,,	1	$\frac{a}{a'} = \frac{7'}{8'}$ $b = 2$	$3\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3')^h_{7'8'}$
$1 \frac{b}{b'} 1$	5	4	38	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{2}$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^\nu_{2\,7'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	5	4	39	,,	1	$\frac{b'}{b} = \frac{7'}{2}$ $a = 8'$	$3\chi\, 1\, (1\, \mathrm{IV}_3')^h_{2\,7'}$
$1 \frac{b}{b'} 1$	5	4	40	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{8'}$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^\nu_{7'8'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	5	4	41	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{8'}$ $a = 2$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^h_{7'8'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	5	4	42	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{7'}{8'}$ $a = 7'$	$1\, (\chi\, 2)\, (1\, \mathrm{IV}_3')^{h'}_{7'8'}$

III. Rhombische Syngonie.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$a\, b\, 1$	6	4	1	5 IV	1	$a = 7$ $b = 2'$	$(14)\, (1\, \mathrm{IV})^h$
$a\, b\, 1$	6	4	2	,,	1	$a = 7$ $b = 8'$	$(14)\, (1\, \mathrm{IV})^{h'}$
$a\, b\, 1$	6	4	3	,,	1	$a = 2'$ $b = 7$	$(3)\, (1\, \mathrm{IV})^h$
$a\, b\, 1$	6	4	4	,,	1	$a = 8'$ $b = 7$	$(3)\, (1\, \mathrm{IV})^{h'}$
$a\, b\, 1$	6	4	5	,,	1	$a = 2'$ $b = 8'$	$(2)\, (1\, \mathrm{IV})^h$
$a\, b\, 1$	6	4	6	,,	1	$a = 8'$ $b = 2'$	$(2)\, (1\, \mathrm{IV})^{h'}$
$\frac{a}{a'} 1\, 1$	6	4	7	,,	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{8'}$	$(4)\, (1\, \mathrm{IV})^s_{2'8'}$
$\frac{a}{a'} b\, 1$	6	4	8	,,	1	$\frac{a}{a'} = \frac{2'}{8'}$ $b = 7$	$(5)\, (1\, \mathrm{IV})^h_{2'8'}$
$1 \frac{b}{b'} 1$	6	4	9	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{2'}{7}$	$(2)\, (1\, \mathrm{IV})^\nu_{2'7}$
$1 \frac{b}{b'} 1$	6	4	10	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{8'}{7}$	$(2)\, (1\, \mathrm{IV})^\nu_{7\,8'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	6	4	11	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{8'}{7}$ $a = 2'$	$(4)\, (1\, \mathrm{IV})^h_{1\,8'}$
$a \frac{b}{b'} 1$	6	4	12	,,	1	$\frac{b}{b'} = \frac{2'}{7}$ $a = 8'$	$(4)\, (1\, \mathrm{IV})^h_{2'7}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen			Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie		
$a\,b\,1$	7	4	1	$2\,\varphi'\,\mathrm{IV}$	1	$a=7$	$b=2$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$a\,b\,1$	7	4	2	„	1	$a=7$	$b=8$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h'}$
$a\,b\,1$	7	4	3	„	1	$a=2$	$b=7$	$2\,\varphi\,3\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$a\,b\,1$	7	4	4	„	1	$a=8$	$b=7$	$2\,\varphi\,3\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h'}$
$a\,b\,1$	7	4	5	„	1	$a=2$	$b=8$	$1\,(\varphi\,3)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^h$
$a\,b\,1$	7	4	6	„	1	$a=8$	$b=2$	$1\,(\varphi\,3)\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h'}$
$1\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	7	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{2}{7}$		$2\,\varphi\,5\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{\nu}_{2\,7}$
$1\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	8	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7}{8}$		$2\,\varphi\,5\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{\nu}_{7\,8}$
$a\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	9	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{7}{8}$	$a=2$	$3\,\varphi\,3\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h}_{7\,8}$
$a\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	10	„	1	$\frac{b'}{b}=\frac{2}{7}$	$a=8$	$3\,\varphi\,3\,(1\,\mathrm{IV}_2)^{h}_{2\,7}$
$a\,b\,1$	7	4	11	$3\,\varphi\,\mathrm{IV}$	1	$a=8'$	$b=1'$	$2\,\varphi\,4\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	7	4	12	„	1	$a=8'$	$b=8$	$2\,\varphi\,3\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	7	4	13	„	1	$a=1'$	$b=8'$	$1\,(\varphi\,2)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	7	4	14	„	1	$a=1'$	$b=8$	$1\,(\varphi\,1)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	7	4	15	„	1	$a=8$	$b=1'$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^h$
$a\,b\,1$	7	4	16	„	1	$a=8$	$b=8'$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h'}$
$\frac{a'}{a}\,1\,1$	7	4	17	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'}$		$3\,\varphi\,2\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{s}_{1'8'}$
$\frac{a'}{a}\,b\,1$	7	4	18	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'}$	$b=8$	$3\,\varphi'\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h}_{1'8'}$
$1\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	19	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{8}{8'}$		$1\,(\varphi\,3)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{\nu}_{8\,8'}$
$a\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	20	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{8}{8'}$	$a=1'$	$1\,(\varphi\,5)\,(1\,\mathrm{IV}_3)^{h}_{8\,8'}$
$a\,b\,1$	7	4	21	$3\,\varphi\,\mathrm{IV}'$	1	$a=2'$	$b=1'$	$2\,\varphi\,4\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^h$
$a\,b\,1$	7	4	22	„	1	$a=2'$	$b=2$	$2\,\varphi\,3\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^h$
$a\,b\,1$	7	4	23	„	1	$a=1'$	$b=2'$	$1\,(\varphi\,2)\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^h$
$a\,b\,1$	7	4	24	„	1	$a=1'$	$b=2$	$1\,(\varphi\,1)\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^h$
$a\,b\,1$	7	4	25	„	1	$a=2$	$b=1'$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^h$
$a\,b\,1$	7	4	26	„	1	$a=2$	$b=2'$	$1\,(\varphi\,4)\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^{h'}$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	7	4	27	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$		$3\,\varphi\,2\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^{s}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}\,b\,1$	7	4	28	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'}$	$b=2$	$3\,\varphi'\,1\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^{h}_{1'2'}$
$1\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	29	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{2}{2'}$		$1\,(\varphi\,3)\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^{\nu}_{2\,2'}$
$a\,\frac{b}{b'}\,1$	7	4	30	„	1	$\frac{b}{b'}=\frac{2}{2'}$	$a=1'$	$1\,(\varphi\,5)\,(1\,\mathrm{IV}_3{}')^{h}_{2\,2'}$
$a\,b\,1$	8	8	1	$5\,\chi\,\mathrm{IV}$	$1\,7'$	$a=1'7$	$b=2'8$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\pi\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	2	„	$1\,7'$	$a=1'7$	$b=2\,8'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\pi\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	3	„	$1\,7'$	$a=2'8$	$b=1'7$	$3\,(\chi\,4)\,(1\,\pi\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	4	„	$1\,7'$	$a=2\,8'$	$b=1'7$	$3\,(\chi\,4)\,(1\,\pi\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	5	„	$1\,7'$	$a=2'8$	$b=2\,8'$	$2\,(\chi\,5)\,(1\,\pi\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	6	„	$1\,7'$	$a=2\,8'$	$b=2'8$	$2\,(\chi\,5)\,1\,\pi\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	7	„	$1\,7$	$a=1'7'$	$b=2'8'$	$2\,(\chi\,4)\,(2\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	8	„	$1\,7$	$a=1'7'$	$b=2\,8$	$2\,(\chi\,1)\,(2\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	9	„	$1\,7$	$a=2'8'$	$b=1'7'$	$4\,\chi\,3\,(2\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	10	„	$1\,7$	$a=2'8'$	$b=2\,8$	$4\,\chi\,2\,(2\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	11	„	$1\,7$	$a=2\,8$	$b=1'7'$	$2\,(\chi\,5)\,(2\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	12	„	$1\,7$	$a=2\,8$	$b=2'8'$	$2\,(\chi\,6)\,(2\,\mathrm{IV})^h$
$\frac{a}{a'}\,1\,1$	8	8	13	„	$1\,7$	$\frac{a}{a'}=\frac{1'7'}{2'8'}$		$5\,\chi\,1\,(2\,\mathrm{IV})^{s}_{1'2'}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	14	5χ IV	1 7	$a=\frac{1'7'}{2'8'}$ $b=2\,8$	$4\chi\,2\,(2\,\mathrm{IV})^h_{1'2'}$
$a\,b\,1$	8	8	15	„	1 2′	$a=1'2$ $b=7\,8'$	$3\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	16	„	1 2′	$a=1'2$ $b=7'8$	$2\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	17	„	1 2′	$a=7\,8'$ $b=1'2$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	18	„	1 2′	$a=7\,8'$ $b=7'8$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	19	„	1 2′	$a=7'8$ $b=1'2$	$14\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	20	„	1 2′	$a=7'8$ $b=7\,8'$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{IV})^{h''}$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	21	„	1 2′	$\frac{b}{b'}=\frac{7'8}{7\,8'}$	$3\,(\chi\,3)\,(3\,\mathrm{IV})^s_{7\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	22	„	1 2′	$\frac{b'}{b}=\frac{7'8}{7\,8'}$ $a=1'2$	$4\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV})^h_{7\,7'}$
$a\,b\,1$	8	8	23	„	1 8′	$a=1'\,8$ $b=2'7$	$3\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	24	„	1 8′	$a=1'\,8$ $b=2\,7'$	$2\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	25	„	1 8′	$a=2'\,7$ $b=1'8$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	26	„	1 8′	$a=2'\,7$ $b=2\,7'$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{IV'})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	27	„	1 8′	$a=2\,7'$ $b=1'8$	$14\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	28	„	1 8′	$a=2\,7'$ $b=2'7$	$3\,(\chi\,4)\,(3\,\mathrm{IV'})^{h''}$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	29	„	1 8′	$\frac{b}{b'}=\frac{2\,7'}{2'\,7}$	$3\,(\chi\,3)\,(3\,\mathrm{IV'})^s_{2\,2'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	30	„	1 8′	$\frac{b'}{b}=\frac{2\,7'}{2'\,7}$ $a=1'\,8$	$4\,(\chi\,2)\,(3\,\mathrm{IV'})^h_{2\,2'}$
$a\,b\,1$	8	8	31	„	1 1′	$a=7\,7'$ $b=2\,2'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	32	„	1 1′	$a=7\,7'$ $b=8\,8'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	33	„	1 1′	$a=2\,2'$ $b=7\,7'$	$3\,(\chi\,2)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	34	„	1 1′	$a=8\,8'$ $b=7\,7'$	$3\,(\chi\,2)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	35	„	1 1′	$a=2\,2'$ $b=8\,8'$	$2\,(\chi\,2)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	36	„	1 1′	$a=8\,8'$ $b=2\,2'$	$2\,(\chi\,2)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^{h'}$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	37	„	1 1′	$\frac{b}{b'}=\frac{2\,2'}{7\,7'}$	$2\,(\chi\,1)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^v_{2\,7}$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	38	„	1 1′	$\frac{b}{b'}=\frac{8\,8'}{7\,7'}$	$2\,(\chi\,1)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^v_{7\,8}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	39	„	1 1′	$\frac{b}{b'}=\frac{2\,2'}{7\,7'}$ $a=8\,8'$	$3\,(\chi\,2)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^h_{2\,7}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	40	„	1 1′	$\frac{b}{b'}=\frac{8\,8'}{7\,7'}$ $a=2\,2'$	$3\,(\chi\,2)\,(1\,\chi\,\mathrm{IV})^h_{7\,8}$
$a\,b\,1$	8	8	41	„	1 8	$a=2'7'$ $b=2\,7$	$3\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	42	„	1 8	$a=2'7'$ $b=1'8'$	$2\,(\chi\,4)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	43	„	1 8	$a=2\,7$ $b=2'7'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	44	„	1 8	$a=2\,7$ $b=1'8'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	45	„	1 8	$a=1'8'$ $b=2'7'$	$2\,(\chi\,3)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h$
$a\,b\,1$	8	8	46	„	1 8	$a=1'8'$ $b=2\,7$	$3\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h$
$\frac{a}{a'}1\,1$	8	8	47	„	1 8	$\frac{a}{a'}=\frac{2'7'}{1'8'}$	$4\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^s_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	48	„	1 8	$\frac{a}{a'}=\frac{2'7'}{1'8'}$ $b=2\,7$	$5\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h_{1'2'}$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	49	„	1 8	$\frac{b}{b'}=\frac{2\,7}{2'7'}$	$2\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^v_{2\,2'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	50	„	1 8	$\frac{b}{b'}=\frac{2\,7}{2'7'}$ $a=1'8'$	$4\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV})^h_{2\,2'}$
$a\,b\,1$	8	8	51	„	1 2	$a=7'8'$ $b=7\,8$	$3\,(\chi\,2)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	52	„	1 2	$a=7'8'$ $b=1'2'$	$2\,(\chi\,4)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	53	„	1 2	$a=7\,8$ $b=7'8'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	54	„	1 2	$a=7\,8$ $b=1'2'$	$14\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV'})^{h'}$
$a\,b\,1$	8	8	55	„	1 2	$a=1'2'$ $b=7'8'$	$2\,(\chi\,3)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV'})^h$
$a\,b\,1$	8	8	56	„	1 2	$a=1'2'$ $b=7\,8$	$3\,(\chi\,1)\,(1\,\chi'\,\mathrm{IV'})^h$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}11$	8	8	57	5χ IV	12	$\frac{a}{a'}=\frac{1'2'}{7'8'}$	$4(\chi 1)(1\chi' \mathrm{IV}')^{s}_{1'7'}$
$\frac{a}{a'}b\,1$	8	8	58	„	12	$\frac{a}{a'}=\frac{1'2'}{7'8'}$ $b=78$	$5(\chi 1)(1\chi' \mathrm{IV}')^{h}_{1'7'}$
$1\frac{b}{b'}1$	8	8	59	„	12	$\frac{b}{b'}=\frac{78}{7'8'}$	$2(\chi 2)(1\chi' \mathrm{IV}')^{v}_{77'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	60	„	12	$\frac{b}{b'}=\frac{78}{7'8'}$ $a=1'2'$	$4(\chi 1)(1\chi' \mathrm{IV}')^{h}_{77'}$
V. Hexagonale Syngonie.							
$\frac{a}{a'}11$	20	12	1	14α IV	159	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'10'}{3'7'11'}$	$14\alpha 1\,(12\,\mathrm{IV})^{s}_{2'3'}$
$\frac{a}{a'}11$	20	12	2	15α IV	159	$\frac{a}{a'}=\frac{4'8'12'}{3'7'11'}$	$15\alpha 1\,(12\,\mathrm{IV})^{s}_{3'4'}$
$\frac{a}{a'}11$	24	12	1	17χ IV	159	$\frac{a}{a'}=\frac{1'5'9'}{3'7'11'}$	$28(\chi 1)\,(12\,\mathrm{IV})^{s}_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}11$	25	12	1	18 IV	159	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'10'}{4'8'12'}$	$(33)\,(12\,\mathrm{IV})^{s}_{2'4'}$
$\frac{a}{a'}11$	26	12	1	14π IV	159	$\frac{a}{a'}=\frac{2'6'10'}{1'5'9'}$	$14\pi 1\,(12\,\mathrm{IV})^{s}_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}11$	26	12	2	15π IV	159	$\frac{a}{a'}=\frac{4'8'12'}{1'5'9'}$	$15\pi 1\,(12\,\mathrm{IV})^{s}_{1'4'}$
$\frac{a}{a'}11$	27	24	1	18χ IV	1 2 5 6 9 10	$\frac{a}{a'}=\frac{1'2'5'6'9'10'}{3'4'7'8'11'12'}$	$33(\chi 2)(12\varphi' \mathrm{IV})^{s}_{1'3'}$
$\frac{a}{a'}11$	27	24	2	„	1 4 5 8 9 12	$\frac{a}{a'}=\frac{1'4'5'8'9'12'}{2'3'6'7'10'11'}$	$33(\chi 1)(12\varphi\,\mathrm{IV})^{s}_{1'2'}$
Tetraparalleloëdersysteme VI. Ordnung.							
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	17	6	1	12φ IV	1	$a=8$ $\frac{b}{b'}=\frac{5}{9}$	$12\varphi' 1\,(1\,\mathrm{IV})$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	19	6	1	15 IV	1	$a=8'$ $\frac{b}{b'}=\frac{5}{9}$	$14\,(1\,\mathrm{IV})$
$\frac{a}{a'}11$	19	6	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{12'}$	$(26)\,(1\,\mathrm{IV})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}11$	19	6	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{12'}{4'}$	$(27)\,(1\,\mathrm{IV})^{s}_{l}$
$\frac{a}{a'}11$	19	6	4	14 IV	1	$\frac{a}{a'}=\frac{6'}{2'}$	$(12)\,(1\,\mathrm{IV})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}11$	19	6	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{6'}$	$(13)\,(1\,\mathrm{IV})^{s}_{l}$
$\frac{a}{a'}11$	21	6	1	17 IV	1	$\frac{a}{a'}=\frac{11}{3}$	$(31)\,(1\,\mathrm{IV})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}11$	21	6	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{3}{11}$	$(32)\,(1\,\mathrm{IV})^{s}_{l}$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	23	6	1	12π IV	1	$a=1'$ $\frac{b}{b'}=\frac{5}{9}$	$12\pi\,(1\,\mathrm{IV})$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen: Explicite Symmetrie	Charakteristische Zahlen: Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}11$	25	12	1	14 IV	1 2′	$\frac{a}{a'}=\frac{3\ 4'}{11\ 12'}$	$(36)\,(3\,IV)^s_r$
$\frac{a}{a'}11$	25	12	2	„	1 2′	$\frac{a}{a'}=\frac{11\ 12'}{3\ 4'}$	$(37)\,(3\,IV)^s_l$
$\frac{a}{a'}11$	25	12	3	15 IV	1 8′	$\frac{a}{a'}=\frac{3\ 10'}{6'\ 11}$	$(36)\,(3\,IV')^s_r$
$\frac{a}{a'}11$	25	12	4	„	1 8′	$\frac{a}{a'}=\frac{6'\ 11}{3\ 10'}$	$(37)\,(3\,IV')^s_l$
$a\frac{b}{b'}\frac{b'}{b}$	26	12	1	15 α IV	1 8′	$a=1'8 \quad \frac{b}{b'}=\frac{5\ 6'}{9\ 10'}$	$14\pi 1\,(3\,IV')$

Tetraparalleloëdersysteme VIII. Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	1	5 χ IV	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{8'} \quad b=2$	$3\,(\chi 4)\,(1\,IV)^h_{2'8'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	2	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{8'} \quad b=8$	$3\,(\chi 4)\,(1\,IV)^{h'}_{2'8'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	3	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{7'} \quad b=2$	$14\,(\chi 1)\,(1\,IV)^h_{1'7'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	4	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{7'} \quad b=8$	$14\,(\chi 1)\,(1\,IV)^{h'}_{1'7'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	5	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{7'} \quad b=7$	$3\,(\chi 4)\,(1\,IV)^h_{2'7'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	6	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{8'}{7'} \quad b=7$	$3\,(\chi 4)\,(1\,IV)^h_{7'8'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	7	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{7'} \quad b=7'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,IV)^h_{2'7'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	8	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{8'}{7'} \quad b=7'$	$2\,(\chi 5)\,(1\,IV)^h_{7'8'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	9	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'} \quad b=7$	$3\,(\chi 2)\,(1\,IV)^h_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	10	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'} \quad b=7$	$3\,(\chi 2)\,(1\,IV)^h_{1'8'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	11	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{2'} \quad b=8$	$2\,(\chi 2)\,(1\,IV)^h_{1'2'}$
$\frac{a}{a'}b1$	8	8	12	„	1	$\frac{a}{a'}=\frac{1'}{8'} \quad b=2$	$2\,(\chi 2)\,(1\,IV)^h_{1'8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	13	„	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{2'}{7}$	$2\,(\chi 4)\,(1\,IV)^h_{2'7}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	14	„	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{8'}{7}$	$2\,(\chi 4)\,(1\,IV)^h_{7\,8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	15	„	1	$a=2 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{8'}$	$2\,(\chi 5)\,(1\,IV)^h_{7\,8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	16	„	1	$a=8 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{2'}$	$2\,(\chi 5)\,(1\,IV)^h_{2'7}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	17	„	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{2}{7'}$	$14\,(\chi 1)\,(1\,IV)^h_{2\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	18	„	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{8}{7'}$	$14\,(\chi 1)\,(1\,IV)^h_{7'8}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	19	„	1	$a=2 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7'}{8}$	$14\,(\chi 2)\,(1\,IV)^h_{7'8}$

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Charakteristische Zahlen		Symbol des Systems
					Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	20	5χ IV	1	$a=8 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7'}{2}$	$14(\chi 2)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	21	"	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{2'}{7'}$	$14(\chi 1)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2'7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	22	"	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{8'}{7'}$	$14(\chi 1)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{7'8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	23	"	1	$a=2' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7'}{8'}$	$2(\chi 6)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{7'8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	24	"	1	$a=8' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7'}{2'}$	$2(\chi 6)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2'7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	25	"	1	$a=2 \quad \frac{b}{b'}=\frac{8}{8'}$	$14(\chi 2)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{8\,8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	26	"	1	$a=8 \quad \frac{b}{b'}=\frac{2}{2'}$	$14(\chi 2)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2\,2'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	27	"	1	$a=2' \quad \frac{b}{b'}=\frac{8}{8'}$	$2(\chi 5)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{8\,8'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	28	"	1	$a=8' \quad \frac{b}{b'}=\frac{2}{2'}$	$2(\chi 5)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2\,2'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	29	"	1	$a=2 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{7'}$	$2(\chi 5)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{7\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	30	"	1	$a=8 \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{7'}$	$2(\chi 5)(1\,\mathrm{IV})^{h'}_{7\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	31	"	1	$a=2' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{7'}$	$3(\chi 3)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{7\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	32	"	1	$a=8' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{7'}$	$3(\chi 3)(1\,\mathrm{IV})^{h'}_{7\,7'}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	33	"	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{2}{7}$	$2(\chi 1)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2\,7}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	34	"	1	$a=1' \quad \frac{b}{b'}=\frac{8}{7}$	$2(\chi 1)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{7\,8}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	35	"	1	$a=2' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{8}$	$3(\chi 3)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{7\,8}$
$a\frac{b}{b'}1$	8	8	36	"	1	$a=8' \quad \frac{b}{b'}=\frac{7}{2}$	$3(\chi 3)(1\,\mathrm{IV})^{h}_{2\,7}$

Tetraparalleloëdersysteme XII. Ordnung.

Ableitungsform	Symmetrieart	Symmetriegrösse	Nr.	Typus I. Ordnung	Explicite Symmetrie	Verbandsymmetrie	Symbol des Systems
$\frac{a}{a'}11$	25	12	1	18 IV	1	$\frac{a}{a'}=\frac{2'}{4'}$	$(36)(1\,\mathrm{IV})^{s}_{r}$
$\frac{a}{a'}11$	25	12	2	"	1	$\frac{a}{a'}=\frac{4'}{2'}$	$(37)(1\,\mathrm{IV})^{s}_{l}$

VII. Die Gleichungen der regelmässigen Punktsysteme im Raume.

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
I. Trikline Syngonie.						
1. Hemipinakoïdale Symmetrieart ($y = b$; $z = c$; $\nu = d$).						
1.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$		keine		keine	1
2. Pinakoïdale Symmetrieart ($y = n^\pi b$; $z = n^\pi c$; $\nu = n^\pi d$).						
1π.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$		keine		keine	1
	2		—		—	2
II. Monokline Syngonie.						
3. Hemiprismatisch-axiale (sphenoidische) Symmetrieart ($y = b$; $z = n^v c$; $v = n^v d$).						
2.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$		keine	(1).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$	3
3.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +\lambda_1$					
4. Hemiprismatisch-axenlose (domatische) Symmetrieart ($y = n^\chi b$; $z = c$; $\nu = d$).						
1χ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$	$1\chi 1$.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\chi\frac{\lambda_1}{2}$		keine	4
$1\chi'$.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +\lambda_1$	$1\chi' 1$.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_1}{2}$			
5. Rhomboprismatische Symmetrieart ($y = n^\chi b$; $z = n^v c$; $v = n^v d$).						
2χ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$	$2\chi 1$.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\chi\frac{\lambda_1}{2}$	$1(\chi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$	6
3χ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +\lambda_1$	$3\chi 1$.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_1}{2}$	$1(\chi 2)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\lambda_1$	
	6		4		3	13
III. Rhombische Syngonie.						
6. Sphenoëdrische Symmetrieart ($y = n^h b$; $z = n^v c$; $v = n^{v+h} d$).						
4.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$		keine	(2).	$+\lambda,\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_1}{2}$	
5.	$+\lambda,\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_1}{2}$			(3).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$	
6.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_1}{2}$			(4).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_1}{2}$	
7.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda_0}{2},\ +G\frac{\lambda_1}{2}$			(5).	$+(F+v)\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_1}{2}$	
				(14).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +(h+v)\frac{\lambda_0}{2},\ +v\frac{\lambda_1}{2}$	9

7. Rhombopyramidale Symmetrieart ($y = b$; $z = n^v c$; $v = n^{v+\varphi} d$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
2φ.	$+\lambda, +\lambda_0, +\lambda_1$	$2\varphi 1$.	$+\varphi\frac{\lambda}{2}, +\lambda_0, +\lambda_1$	$1(\varphi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\lambda_0, +\lambda_1$	
		$2\varphi 2$.	$+\lambda, +\varphi\frac{\lambda_0}{2}, +\lambda_1$	$1(\varphi 2)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\lambda_0, +\varphi\frac{\lambda_1}{2}$	
		$2\varphi 3$.	$+\varphi\frac{\lambda}{2}, +\varphi\frac{\lambda_0}{2}, +\lambda_1$	$1(\varphi 3)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\varphi\frac{\lambda_0}{2}, +\lambda_1$	
		$2\varphi 4$.	$+\varphi\frac{\lambda}{2}, +\varphi\frac{\lambda_0}{2}, +\varphi\frac{\lambda_1}{2}$	$1(\varphi 4)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\varphi\frac{\lambda_0}{2}, +\varphi\frac{\lambda_1}{2}$	
		$2\varphi 5$.	$+\lambda, +\varphi\frac{\lambda_0}{2}, +\varphi\frac{\lambda_1}{2}$	$1(\varphi 5)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	
$2\varphi'$.	$+\lambda, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$2\varphi' 1$.	$+\varphi\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$			
3φ.	$+F\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +\lambda_1$	$3\varphi 1$.	$+F\frac{\lambda}{2}, +(F+\varphi)\frac{\lambda_0}{2}, +\lambda_1$			
		$3\varphi 2$.	$+F\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +\varphi\frac{\lambda_1}{2}$			
$3\varphi'$.	$+F\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$3\varphi' 1$.	$+F\frac{\lambda}{2}, +(F+\varphi)\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$			
		$3\varphi' 2$.	$+(F+\varphi)\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$			
$3\varphi''$.	$+F\frac{\lambda}{2}, +(F+G)\frac{\lambda_0}{2}, +G\frac{\lambda_1}{2}$	$3\varphi'' 1$.	$+(2F+\varphi)\frac{\lambda}{4}, +(2F+2G+\varphi)\frac{\lambda_0}{4}, +(2G+\varphi)\frac{\lambda_1}{4}$			22

8. Rhombobipyramidale Symmetrieart ($y = n^{h+\chi} b$; $z = n^v c$; $v = n^{v+h} d$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
4χ.	$+\lambda, +\lambda_0, +\lambda_1$	$4\chi 1$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +\lambda_0, +\lambda_1$	$2(\chi 1)$.	$+\lambda, +h\frac{\lambda_0}{2}, +h\frac{\lambda_0}{2}$	
		$4\chi 2$.	$+\lambda, +\chi\frac{\lambda_0}{2}, +\chi\frac{\lambda_1}{2}$	$2(\chi 2)$.	$+\lambda, +h\frac{\lambda_0}{2}, +(h+\chi)\frac{\lambda_1}{2}$	
		$4\chi 3$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +\chi\frac{\lambda_0}{2}, +\chi\frac{\lambda_1}{2}$	$2(\chi 3)$.	$+\lambda, +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}, +(h+\chi)\frac{\lambda_1}{2}$	
5χ.	$+\lambda, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$5\chi 1$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$2(\chi 4)$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +h\frac{\lambda_0}{2}, +h\frac{\lambda_1}{2}$	
		$5\chi 2$.	$+\lambda, +(F+\chi)\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$2(\chi 5)$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}, +h\frac{\lambda_1}{2}$	
		$5\chi 3$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +(F+\chi)\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$2(\chi 6)$.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}, +(h+\chi)\frac{\lambda_1}{2}$	
6χ.	$+F\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$6\chi 1$.	$+(F+\chi)\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	$3(\chi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\lambda_0, +\lambda_1$	
7χ.	$+F\frac{\lambda}{2}, +(F+G)\frac{\lambda_0}{2}, +G\frac{\lambda_1}{2}$	$7\chi 1$.	$+(2F+\chi)\frac{\lambda}{4}, +(2F+2G+\chi)\frac{\lambda_0}{2}, +(2G+\chi)\frac{\lambda_1}{4}$	$3(\chi 2)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\lambda_0, +\chi\frac{\lambda_1}{2}$	
				$3(\chi 3)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\chi\frac{\lambda_0}{2}, +\lambda_1$	
				$3(\chi 4)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +\chi\frac{\lambda_0}{2}, +\chi\frac{\lambda_1}{2}$	
				$4(\chi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +F\frac{\lambda_1}{2}$	
				$4(\chi 2)$.	$+v\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda_0}{2}, +(F+\chi)\frac{\lambda_1}{2}$	

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
				$5(\chi 1)$.	$+(F+v)\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_1}{2}$	
				$5(\chi 2)$.	$+(F+v)\frac{\lambda}{2},\ +(F+\chi)\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_1}{2}$	
				$14(\chi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +(h+v)\frac{\lambda_0}{2},\ +v\frac{\lambda_1}{2}$	
				$14(\chi 2)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +(h+v)\frac{\lambda_0}{2},\ +(v+\chi)\frac{\lambda_1}{2}$	28
	13		20		26	59

IV. Tetragonale Syngonie.

9. Tetragonal-pyramidale Symmetrieart ($y = b$; $y_0 = \overset{4}{b}_v$; $y_1 = \overset{4}{b}_{v+1}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
8.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	(6).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
9.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$			(15).	$-v\frac{\lambda}{4},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(16).	$+v\frac{\lambda}{4},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(17).	$(2F+v)\frac{\lambda}{4},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	6

10. Ditetragonal-pyramidale Symmetrieart ($y = b$; $y_0 = \overset{4}{b}_v$; $y_1 = \overset{4}{b}_{v+n\varphi}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
8φ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_1$	$8\varphi 1$.	$+\varphi\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$6(\varphi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
		$8\varphi 2$.	$+\lambda,\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2}$	$6(\varphi 2)$.	$+(v+\varphi)\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
9φ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$8\varphi 3$.	$+\varphi\frac{\lambda}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2}$	$6(\varphi 3)$.	$+(v+\varphi)\frac{\lambda}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2}$	
		$9\varphi 1$.	$+(F+\varphi)\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$6(\varphi 4)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2},\ +\varphi\frac{\lambda_0}{2}$	
				$17(\varphi 1)$.	$+(2F+v)\frac{\lambda}{4},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +(F+\varphi)\frac{\lambda_0}{2}$	
				$17(\varphi 2)$.	$+(2F+2\varphi+v)\frac{\lambda}{4},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +(F+\varphi)\frac{\lambda_0}{2}$	12

11. Tetragonal-sphenoëdrische Symmetrieart ($y = n^{\pi} b$; $y_0 = \overset{4}{b}_{\pi}$; $y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+1}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
2π.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine		keine	
3π.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$					2

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
12. Tetragonal-bipyramidale Symmetrieart $(y = n^{\chi} b;\ y_0 = \overset{4}{b}_v;\ y_1 = \overset{4}{b}_{v+1})$.						
8χ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$8\chi 1$.	$+\lambda,\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2}$	$6(\chi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
9χ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$			$6(\chi 2)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2}$	
				$17(\chi 1)$.	$+(2F+v)\frac{\lambda}{4},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +(F+\chi)\frac{\lambda_0}{2}$	6
13. Tetragonal-trapezoëdrische Symmetrieart $(y = n^{h} b;\ y_0 = \overset{4}{b}_v;\ y_1 = \overset{4}{b}_{v+n^h})$.						
10.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	(7).	$+\lambda,\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	
11.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$			(8).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(18).	$+(h+v)\frac{\lambda}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	
				(19) u. (20).	$\pm v\frac{\lambda}{4},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(21).	$+(2F+v)\frac{\lambda}{4},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	
				(23) u. (24).	$\pm v\frac{\lambda}{4},\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	10
14. Tetragonal-skalenoëdrische Symmetrieart $(y = n^{\pi} b;\ y_0 = \overset{4}{b}_\pi;\ y_1 = \overset{4}{b}_{\pi+n^\delta})$.						
4δ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$4\delta 1$.	$+\delta\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$2(\delta 1)$.	$+\lambda,\ +\delta\frac{\lambda_0}{2},\ +\delta\frac{\lambda_0}{2}$	
5δ.	$+\lambda,\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$5\delta 1$.	$+\delta\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$2(\delta 2)$.	$+\delta\frac{\lambda}{2},\ +\delta\frac{\lambda_0}{2},\ +\delta\frac{\lambda_0}{2}$	
		$5\delta 2$.	$+\lambda,\ +(F+\delta)\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$5(\delta 1)$.	$+\delta\frac{\lambda}{4},\ +\lambda_0,\ +\delta\frac{\lambda_0}{2}$	
		$5\delta 3$.	$+\delta\frac{\lambda}{2},\ +(F+\delta)\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$			
6δ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$					
7δ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda_0}{2},\ +G\frac{\lambda_0}{2}$	$7\delta 1$.	$+(F+\delta)\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda_0}{2},\ +G\frac{\lambda_0}{2}$			12
15. Ditetragonal-bipyramidale Symmetrieart $(y = n^{n+\chi} b;\ y_0 = \overset{4}{b}_v;\ y_1 = \overset{4}{b}_{v+n^h})$.						
10χ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$10\chi 1$.	$+\chi\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$7(\chi 1)$.	$+\lambda,\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	
		$10\chi 2$.	$+\lambda,\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2}$	$7(\chi 2)$.	$+\lambda,\ +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2},\ +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}$	
11χ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$10\chi 3$.	$+\chi\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2}$	$7(\chi 3)$.	$+\chi\frac{\lambda}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	
		$11\chi 1$.	$+(F+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	$7(\chi 4)$.	$+\chi\frac{\lambda}{2},\ +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2},\ +(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}$	
				$8(\chi 1)$.	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
				8(χ2).	$+(v+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				8(χ3).	$+(v+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2}$	
				8(χ4).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2},\ +\chi\frac{\lambda_0}{2}$	
				18(χ1).	$+(v+h)\frac{\lambda}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	
				18(χ2).	$+(v+h)\frac{\lambda}{2},+(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2},+(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}$	
				18(χ3).	$+(v+h+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2},\ +h\frac{\lambda_0}{2}$	
				18(χ4).	$+(v+h+\chi)\frac{\lambda}{2},+(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2},+(h+\chi)\frac{\lambda_0}{2}$	
				21(χ1).	$+v\frac{\lambda}{4},\ (F+\chi)\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$	
				21(χ2).	$+(2\chi+v)\frac{\lambda}{4},+(F+\chi)\frac{\lambda_0}{2},+F\frac{\lambda_0}{2}$	20
	16		14		38	68

V. Hexagonale Syngonie.

16. Trigonal-pyramidale Symmetrieart ($y=b;\ y_0=\overset{3}{b}_v;\ y_1=\overset{3}{b}_{v+1}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
12.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	(10) u. (11).	$\pm\frac{\lambda}{3},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
13.	$+F\frac{\lambda}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$					4

17. Ditrigonal-pyramidale Symmetrieart ($y=b;\ y_0=\overset{3}{b}_v;\ y_1=\overset{3}{b}_{v+n\varphi}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
12φ.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	12φ1.	$+\varphi\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	
12φ'.	$+\lambda,\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$	12φ'1.	$+\varphi\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$			
13φ.	$+F\frac{\lambda}{3},+F\frac{\lambda_0}{3},+F\frac{\lambda_0}{3}$	13φ1.	$+F\frac{\lambda}{3}+\varphi\frac{\lambda}{2},+F\frac{\lambda_0}{3},+F\frac{\lambda_0}{3}$			6

18. Rhomboëdrische Symmetrieart ($y=n^\alpha b;\ y_0=n^\alpha \overset{3}{b}_v;\ y_1=n^\alpha \overset{3}{b}_{v+1}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
12α.	$+\lambda,\ +\frac{\lambda_0}{2},\ +\frac{\lambda_0}{2}$		keine		keine	
13α.	$+F\frac{\lambda}{2},+F\frac{\lambda_0}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{2}$					2

19. Trigonal-trapezoëdrische Symmetrieart ($y=n^h b;\ y_0=\overset{3}{b}_v;\ y_1=\overset{3}{b}_{v+n^h}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
14.	$+\lambda,\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$		keine	(12) u. (13).	$\pm v\frac{\lambda}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$	
15.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$			(26) u. (27).	$\pm v\frac{\lambda}{3},\ \lambda_0,\ \lambda_0$	
16.	$+F\frac{\lambda}{3},\ (F+G)\frac{\lambda_0}{3},+G\frac{\lambda_0}{3}$					7

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
20. Hexagonal-skalenoëdrische Symmetrieart $(y = n^{\alpha+h} b;\ y_0 = n^\alpha \overset{3}{b}_v;\ y_1 = n^\alpha \overset{3}{b}_{v+n^h})$.						
$14\alpha.$	$+\lambda,\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$	$14\alpha 1.$	$+\alpha\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$		keine	
$15\alpha.$	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$15\alpha 1.$	$+\alpha\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$			
$16\alpha.$	$+F\frac{\lambda}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$	$16\alpha 1.$	$+F\frac{\lambda}{3}+\alpha\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$			6
21. Hexagonal-pyramidale Symmetrieart $(y = b;\ y_0 = \overset{6}{b}_v;\ y_1 = \overset{6}{b}_{v+1})$.						
17.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	(28).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(29) u. (30).	$\pm v\frac{\lambda}{3},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(31) u. (32).	$\pm v\frac{\lambda}{6},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	6
22. Dihexagonal-pyramidale Symmetrieart $(y = b;\ y_0 = \overset{6}{b}_v;\ y_1 = \overset{6}{b}_{v+n^\varphi})$.						
$17\varphi.$	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$17\varphi 1.$	$+\varphi\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$28(\varphi 1).$	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ \lambda_0$	
				$28(\varphi 2).$	$+(v+\varphi)\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	4
23. Trigonal-bipyramidale Symmetrieart $(y = n^\pi b;\ y_0 = \overset{6}{b}_\pi;\ y_1 = \overset{6}{b}_{\pi+1})$.						
$12\pi.$	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine		keine	1
24. Hexagonal-bipyramidale Symmetrieart $(y = n^\chi b;\ y_0 = \overset{6}{b}_v;\ y_1 = \overset{6}{b}_{v+1})$.						
$17\chi.$	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	$28(\chi 1).$	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	2
25. Hexagonal-trapezoëdrische Symmetrieart $(y = n^h b;\ y_0 = \overset{6}{b}_v;\ y_1 = \overset{6}{b}_{v+n^h})$.						
18.	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$		keine	(33).	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(34) u. (35).	$\pm v\frac{\lambda}{3},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				(36) u. (37).	$\pm v\frac{\lambda}{6},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	6
26. Ditrigonal-bipyramidale Symmetrieart $(y = n^{\pi+h} b;\ y_0 = \overset{6}{b}_\pi;\ y_1 = \overset{6}{b}_{\pi+n^h})$.						
$14\pi.$	$+\lambda,\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$	$14\pi 1.$	$+\pi\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda_0}{3},\ +F\frac{\lambda_0}{3}$		keine	
$15\pi.$	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$15\pi 1.$	$+\pi\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$			4
27. Dihexagonal-bipyramidale Symmetrieart $(y = n^{h+\chi} b;\ y_0 = \overset{6}{b}_v;\ y_1 = \overset{6}{b}_{v+n^h})$.						
$18\chi.$	$+\lambda,\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$18\chi 1.$	$+\chi\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	$33(\chi 1).$	$+v\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	
				$33(\chi 2).$	$+(v+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +\lambda_0,\ +\lambda_0$	4
	21		10		21	52

VI. Kubische Syngonie.

28. Tetartoëdrische Symmetrieart ($x_0 = n^h \overset{3}{a}_0$; $x_1 = n^v \overset{3}{a}_{0+1}$; $x_2 = n^{v+h} \overset{3}{a}_{0+2}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
19.	$+\lambda,\ +\lambda,\ +\lambda$		keine	(22).	$+(F+h+v)\frac{\lambda}{2},\ +(F+h)\frac{\lambda}{2},\ +(F+h)\frac{\lambda}{2}$	
20.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2}$					
21.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda}{2},\ +G\frac{\lambda}{2}$			(22).	$+(h+v)\frac{\lambda}{2},\ +h\frac{\lambda}{2},\ +h\frac{\lambda}{2}$	5

29. Dodekaëdrische Symmetrieart ($x_0 = n^{h+\chi} \overset{3}{a}_0$; $x_1 = n^v \overset{3}{a}_{0+1}$; $x_2 = n^{v+h} \overset{3}{a}_{0+2}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
19χ.	$+\lambda,\ +\lambda,\ +\lambda$	$19\chi 1$.	$+\chi\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda}{2},\ +\chi\frac{\lambda}{2}$	$22(\chi 1)$.	$+(F+h+v)\frac{\lambda}{2},\ +(F+h+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +(F+v)\frac{\lambda}{2}$	
20χ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2}$					
21χ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda}{2},\ +G\frac{\lambda}{2}$	$21\chi 1$.	$+(F+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda}{2},\ +G\frac{\lambda}{2}$	$25(\chi 1)$.	$+(h+v)\frac{\lambda}{2},\ +(h+\chi)\frac{\lambda}{2},\ +v\frac{\lambda}{2}$	7

30. Tetraëdrische Symmetrieart ($x_0 = n^h \overset{3}{a}_0$; $x_1 = n^v \overset{3}{a}_{0+n^\delta}$; $x_2 = n^{h+v} \overset{3}{a}_{0+2n^\delta}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
19δ.	$+\lambda,\ +\lambda,\ +\lambda$	$19\delta 1$.	$+\delta\frac{\lambda}{2},\ +\delta\frac{\lambda}{2},\ +\delta\frac{\lambda}{2}$	$22(\delta 1)$.	$+(F+h+v)\frac{\lambda}{2}+\delta\frac{\lambda}{4},\ +(F+h)\frac{\lambda}{2}+\delta\frac{\lambda}{4},\ +(F+v)\frac{\lambda}{2}+\delta\frac{\lambda}{4}$	
20δ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2}$					
21δ.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda}{2},\ +G\frac{\lambda}{2}$	$21\delta 1$.	$+(F+\delta)\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda}{2},\ +G\frac{\lambda}{2}$			6

31. Gyroëdrische Symmetrieart ($x_0 = n^{h+d} \overset{3}{a}_0$; $x_1 = n^{v+d} \overset{3}{a}_{0+n^d}$; $x_2 = n^{d+h+v} \overset{3}{a}_{0+2n^d}$).

Symbol des Systems	Symmorphe Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
22.	$+\lambda,\ +\lambda,\ +\lambda$		keine	(9).	$+d\frac{\lambda}{2},\ +d\frac{\lambda}{2},\ +d\frac{\lambda}{2}$	
23.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2},\ +F\frac{\lambda}{2}$			(38).	$+(2F-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2F+2G-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2G-d)\frac{\lambda}{4}$	
24.	$+F\frac{\lambda}{2},\ +(F+G)\frac{\lambda}{2},\ +G\frac{\lambda}{2}$			(39).	$+(2F+2h-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2F-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2F+2v-d)\frac{\lambda}{4}$	
				(40).	$+(2v-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2v+2h-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2h-d)\frac{\lambda}{4}$	
				(41).	$+(2v+2h-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2h-d)\frac{\lambda}{4},\ +(2v-d)\frac{\lambda}{4}$	8

Symbol des Systems	Symmorpho Systeme	Symbol des Systems	Hemisymmorphe Systeme	Symbol des Systems	Asymmorphe Systeme	Zusammen
32. Oktaëdrische Symmetrieart ($x_0 = n^{k+d+\chi} \overset{3}{a_0}$; $x_1 = n^{v+d} \overset{3}{a}_{0+n^d}$; $x_2 = n^{d+h+v} \overset{3}{a}_{0+2n^d}$).						
22χ.	$+\lambda, +\lambda, +\lambda$	22χ1.	$+\chi\frac{\lambda}{2}, +\chi\frac{\lambda}{2}, +\chi\frac{\lambda}{2}$	9(χ1).	$+d\frac{\lambda}{2}, +d\frac{\lambda}{2}, +d\frac{\lambda}{2}$	
23χ.	$+F\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda}{2}, +F\frac{\lambda}{2}$			9(χ2).	$+(d+\chi)\frac{\lambda}{2}, +(d+\chi)\frac{\lambda}{2}, +(d+\chi)\frac{\lambda}{2}$	
24χ.	$+F\frac{\lambda}{2}, +(F+G)\frac{\lambda}{2}, +G\frac{\lambda}{2}$	24χ1.	$+(F+\chi)\frac{\lambda}{2}, +(F+G)\frac{\lambda}{2}, +G\frac{\lambda}{2}$	38(χ1).	$+(2F-d+\chi)\frac{\lambda}{4}, +(2F+2G-d+\chi)\frac{\lambda}{4}, +(2G-d+\chi)\frac{\lambda}{4}$	
				38(χ2).	$+(2F-d-\chi)\frac{\lambda}{4}, +(2F+2G-d+\chi)\frac{\lambda}{4}, +(2G-d+\chi)\frac{\lambda}{4}$	
				39(χ1).	$+(2F+2h-d)\frac{\lambda}{4}, +(2F+2\chi-d)\frac{\lambda}{4}, +(2F+2v-d)\frac{\lambda}{4}$	10
	15		6		15	36
	73		54		103	230

67. Vergleichen wir die jetzt insgesammt erhaltenen Resultate, welche alle, Hauptpunkte besitzenden, regelmässigen Punktsysteme umfassen müssen, mit den früher aufgestellten Punktsystemen (in der Anzahl 230), so finden wir, dass jetzt alle diese Systeme vertreten sind mit Ausnahme der als (40) und (41) bezeichneten Systeme, welche beide der gyroëdrischen Symmetrieart entsprechen (deren Symmetriegrösse also 24 ist). Der Beweis dafür, dass diese Systeme wirklich keine Hauptpunkte besitzen, ist in dem vorhergehenden Ableitungsgange enthalten. Würden diese Systeme Hauptpunkte enthalten, so entsprächen ihnen somit etwaige reguläre Paralleloëdersysteme, und hätten wir daraus das Vorhandensein anderer Systeme, und zwar der tetragonalen Syngonie (13. Symmetrieart) bewiesen, welche von jenen durch die Abwesenheit der 3-zähligen Symmetrie- und Schraubenaxen und natürlich auch einer Anzahl resultirender Symmetrieelemente unterschieden werden. Solche Paralleloëdersysteme würden höchstens VIII. Ordnung gewesen sein und die Einführung der 3-zähligen Symmetrieelemente zugelassen haben. Da aber unter den Systemen der 13. Symmetrieart solche Systeme nicht vorhanden sind, so entsprechen auch den Systemen (40) und (41) keine Paralleloëdersysteme.

Kraft der in § 19 entwickelten Betrachtungen müssen wir nun die hierzu gehörenden regulären Raumtheilungen als aus einer Anzahl Paralleloëder bestehend auffassen. Diese Frage muss besonders besprochen werden.

Jene beiden Systeme können als ein einziger Fall besprochen werden, da dieselben im Grunde genommen gleichartig sind, und eines davon durch Spiegelung aus dem anderen sich ableiten lässt.

Aus den Gleichungen dieser Systeme lässt sich der Beweis erbringen, dass in denselben die 3-zähligen Symmetrieaxen mit den 2-zähligen Symmetrieaxen z zum Schnitt kommen. Ein solcher Schnittpunkt für das System (40) lässt sich z. B. durch die Coordinatengrössen $x_0 = -\frac{\lambda}{8}$, $x_1 = -\frac{\lambda}{8}$, $x_2 = -\frac{\lambda}{8}$ bestimmen. Führen wir diese Coordinatengrössen in die betreffenden Gleichungen ein, so reducirt sich eine Gesammtheit von 24 Punkten verschiedener Lage in eine Gesammtheit von nur 4 Punkten. Dasselbe geht noch ersichtlicher aus dem entsprechenden Diagramm hervor. Diese Punkte sind also die trigonaltrapezoëdrischen Symmetriecentra, d. h. Punkte, in welchen eine 3-zählige Symmetrieaxe sich mit drei dazu senkrechten 2-zähligen Symmetrieaxen schneidet. Nun ist bewiesen worden, dass unter allen Paralleloëderarten solche Symmetriecentra nur in Heptaparalleloëdern halbperipherisch auftreten (d. h. von der Gesammtheit der diesem Centrum angehörenden Symmetrieelemente nur ein einziges explicit auftritt).

Zu demselben Resultate kommen wir aber durch den Vergleich dieser beiden Systeme mit dem System (39). Das letzte, wie dies direct aus dessen Gleichungen zu ersehen ist, kann als eine Gesammtheit von zwei Systemen (40) resp. (41) angesehen werden. Diesem System entspricht aber eine einzige Lösung, und zwar das Paralleloëdersystem (39) (13 VII) VIII. Ordnung. Daraus kann direct gefolgert werden, dass den Systemen (40) und (41) ebenfalls Raumtheilungen entsprechen, deren Einheiten als aus zwei benachbarten Heptaparalleloëdern bestehend zu betrachten sind.

Die ausführlichere Behandlung dieses Falles würde viel Platz gefordert haben, ohne durch besonderes Interesse desselben belohnt zu werden.

Jedenfalls ist durch das Vorhergehende die gestellte Aufgabe der Aufsuchung der regulären Plan- und Raumtheilungen vollständig aufgelöst. *Keine anderen Typen als die aufgestellten sind möglich.*

Inhalt.

Seite

Einleitung 467

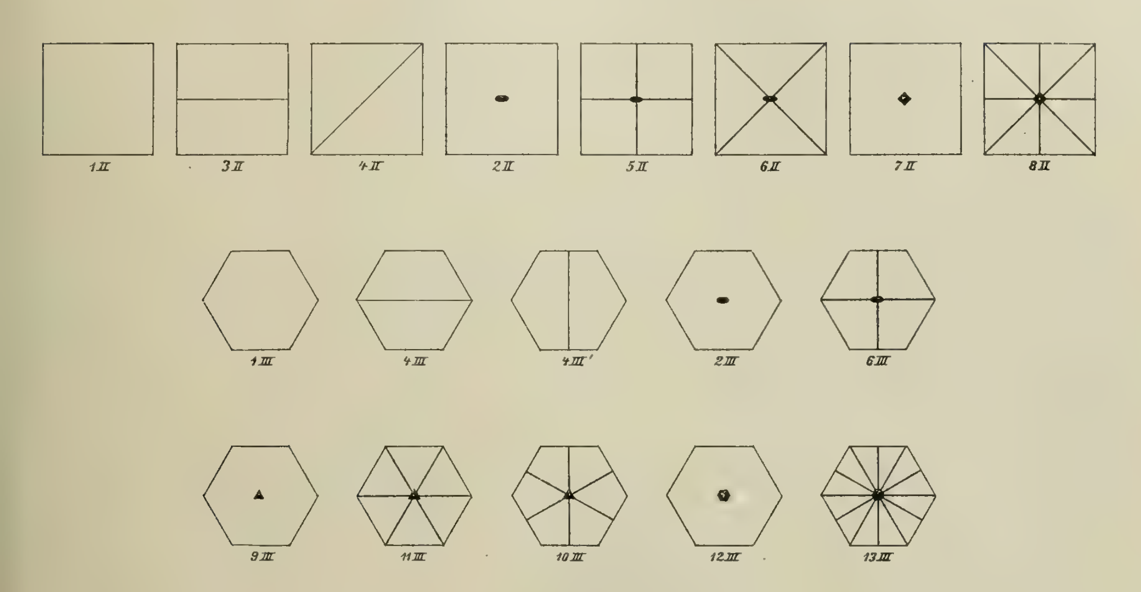
I. Theil. Reguläre Plantheilung 467
Tabelle der Symmetriearten der ebenen Systeme 471
Tabelle der Plantheilungen I. Ordnung 475
Tabelle der Diparallelogonsysteme II., IV., VIII. Ordnung 488
Tabelle der Triparallelogonsysteme II., III., IV. Ordnung 489
Tabelle der Gleichungen der regelmässigen ebenen Punktsysteme 489
Zusammenstellung der regelmässigen ebenen Punktsysteme und der ihnen zugeordneten regulären Plantheilungen 491

II. Theil. Reguläre Raumtheilung 492
Tabelle der Symmetriearten der Raumsysteme 499
Tabelle der Raumtheilungen I. Ordnung 502
Tabelle der Triparalleloëdersysteme II. Ordnung 524
Tabelle der Triparalleloëdersysteme III. Ordnung 528
Tabelle der Triparalleloëdersysteme IV. Ordnung 528
Tabelle der Triparalleloëdersysteme VI. Ordnung 536
Tabelle der Triparalleloëdersysteme VIII. Ordnung 536
Tabelle der Triparalleloëdersysteme XVI. Ordnung 543
Tabelle der Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme II. Ordnung 553
Tabelle der Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme III. Ordnung 557
Tabelle der Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme IV. Ordnung 557
Tabelle der Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme VI. Ordnung 564
Tabelle der Hexa- und Heptaparalleloëdersysteme VIII. Ordnung 564
Tabelle der Tetraparalleloëdersysteme II. Ordnung 568
Tabelle der Tetraparalleloëdersysteme III. Ordnung 571
Tabelle der Tetraparalleloëdersysteme IV. Ordnung 572
Tabelle der Tetraparalleloëdersysteme VI. Ordnung 576
Tabelle der Tetraparalleloëdersysteme VIII. Ordnung 577
Tabelle der Tetraparalleloëdersysteme XII. Ordnung 578
Tabelle der Gleichungen der regelmässigen Raumpunktsysteme 579

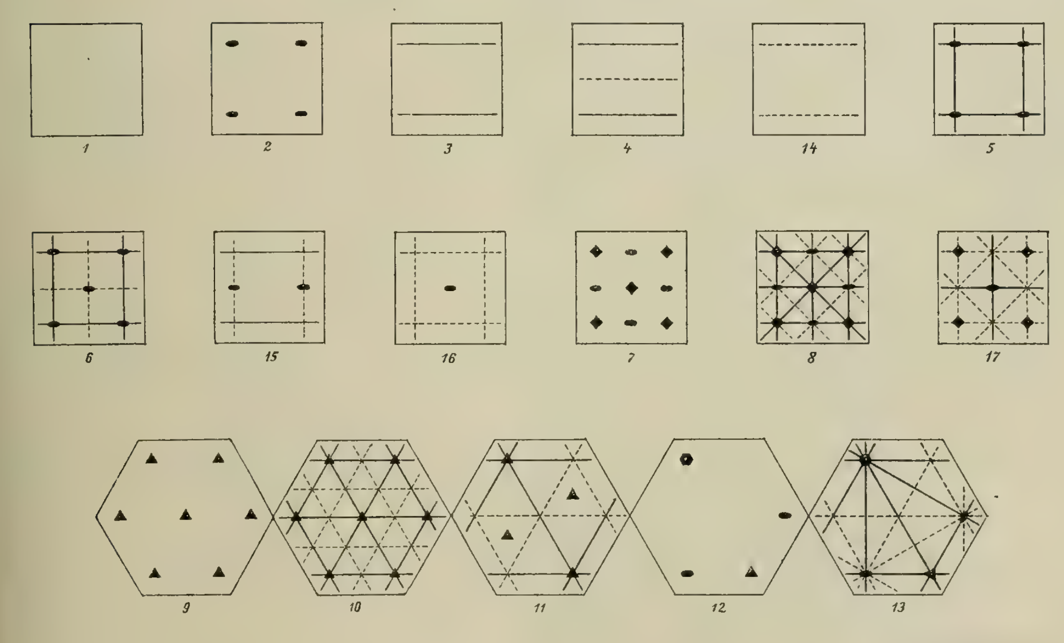
Bezeichnung für die Tafeln IV und V 507
Die Bedeutung der auf den Tafeln VI—XIII stehenden Ziffern ersieht man aus den Figuren 14, 15, 16 und 17 497



Parallelogone I. Ordnung.



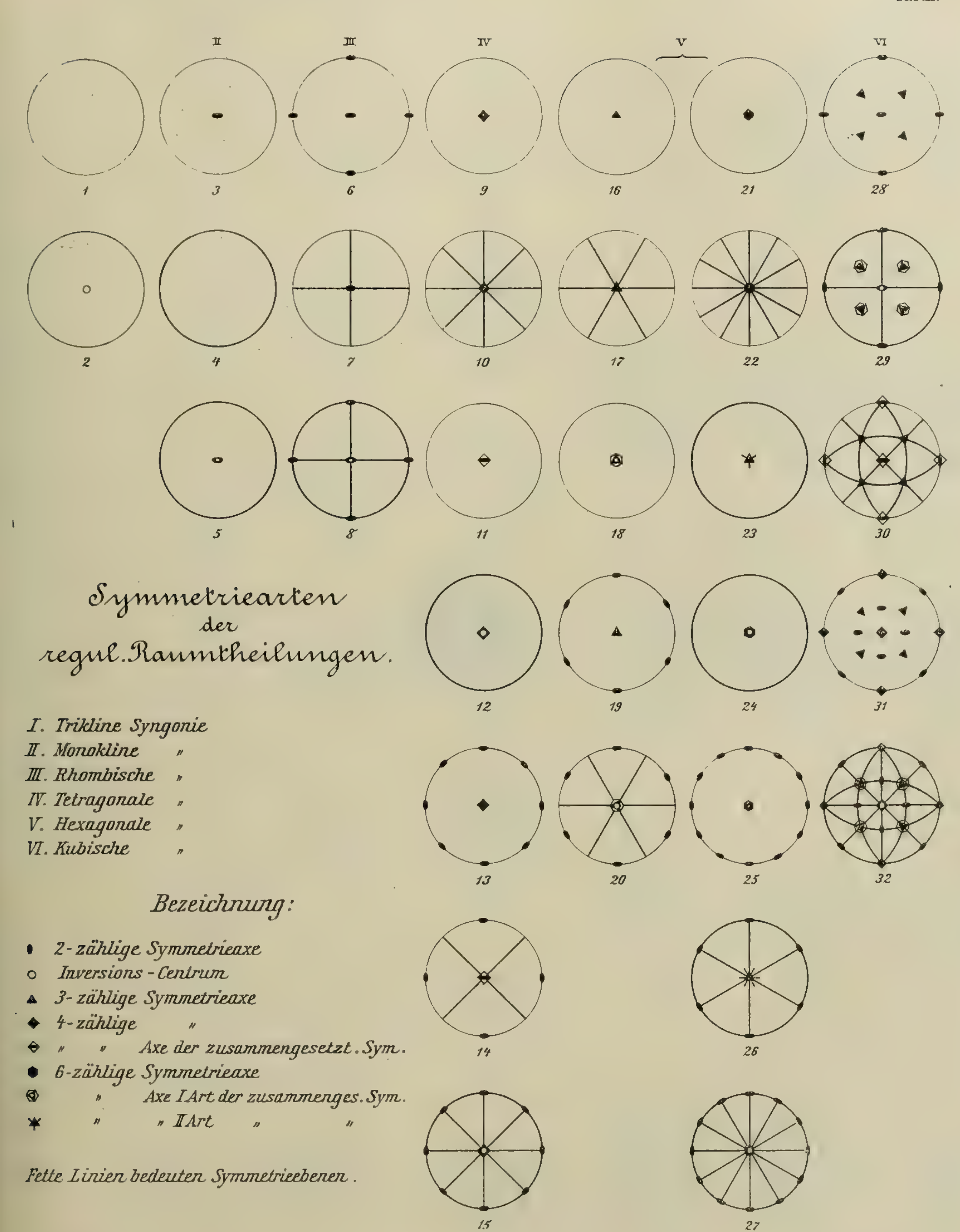
Regelmässige ebene Punktsysteme.



E. von Fedorow, del.

Lith. Hubert Köhler München.


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



Symmetriearten der regul. Raumtheilungen.

I. Trikline Syngonie
II. Monokline "
III. Rhombische "
IV. Tetragonale "
V. Hexagonale "
VI. Kubische "

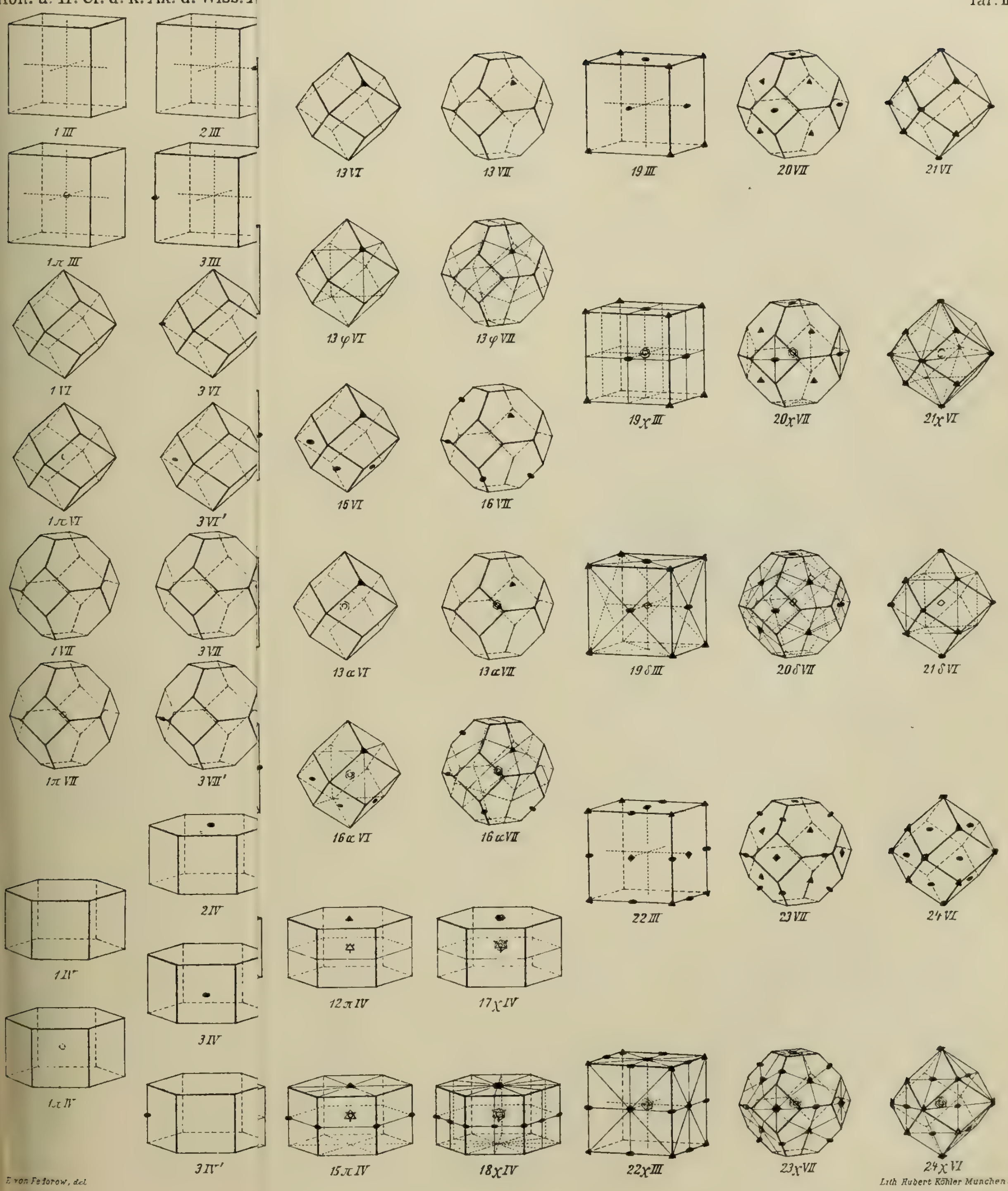
Bezeichnung:

- 2-zählige Symmetrieaxe
- Inversions-Centrum
- 3-zählige Symmetrieaxe
- 4-zählige "
- " " Axe der zusammengesetzt. Sym.
- 6-zählige Symmetrieaxe
- " Axe I Art der zusammenges. Sym.
- " " II Art " "

Fette Linien bedeuten Symmetrieebenen.

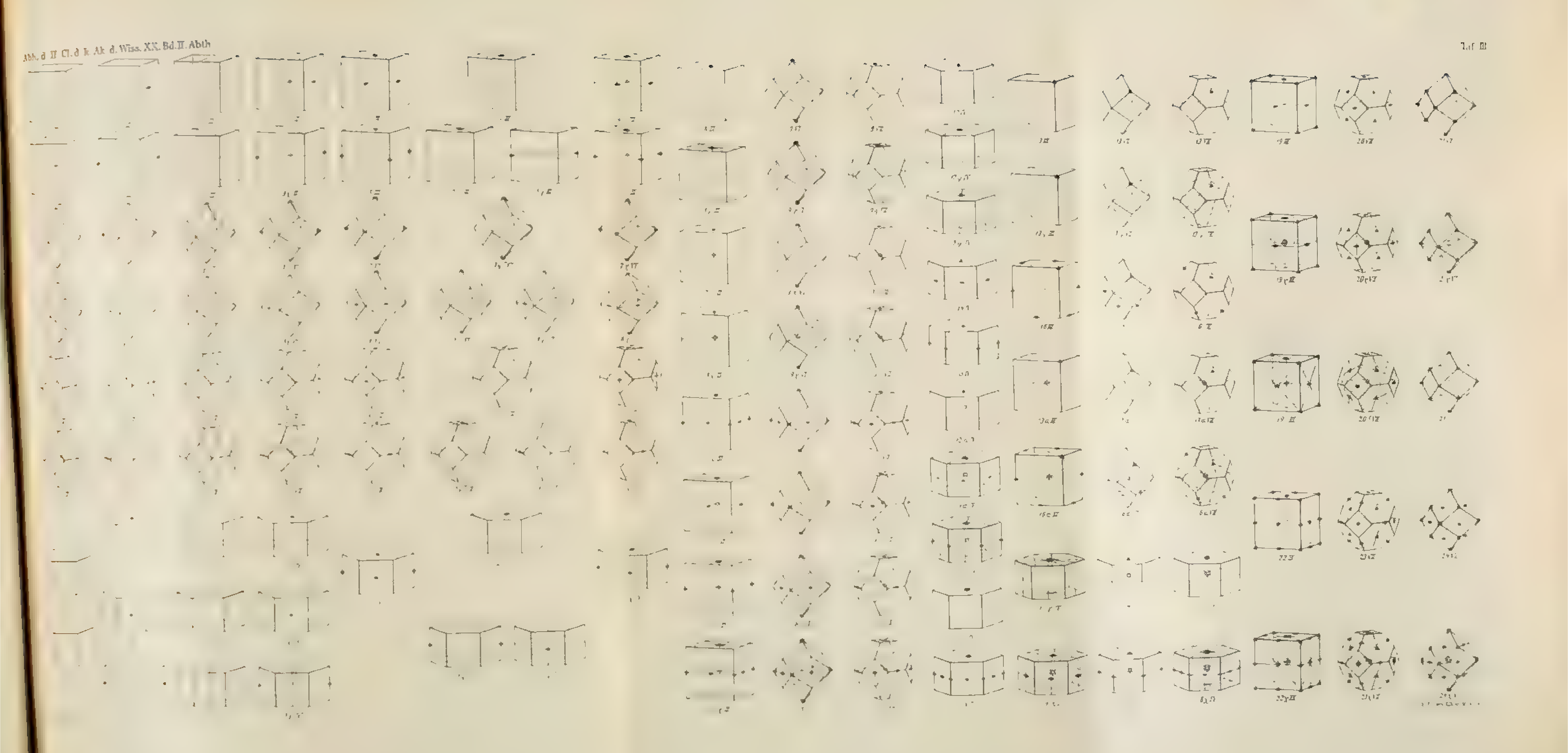
E. von Fedorow, del. Lith. Hubert Köhler München

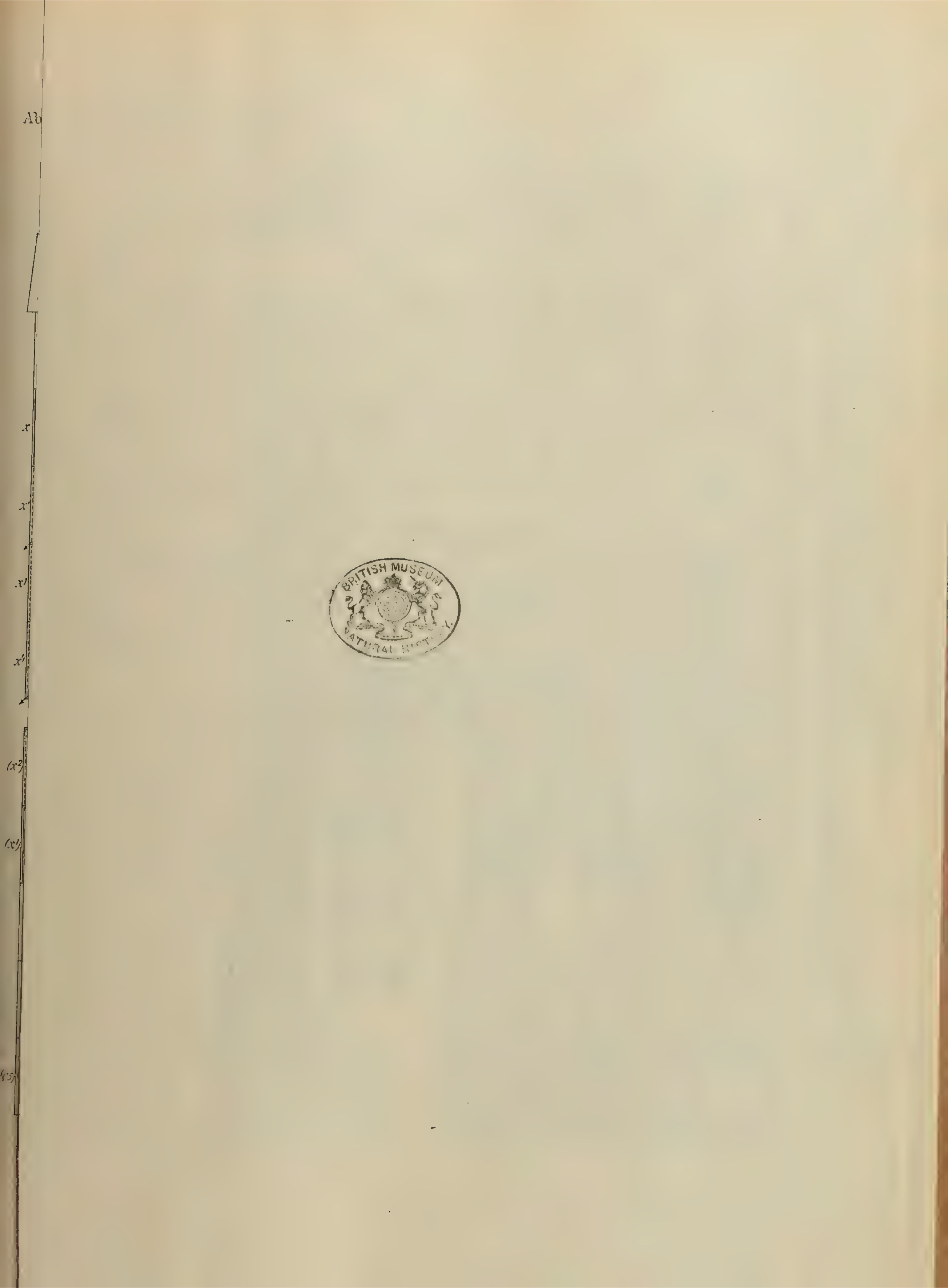


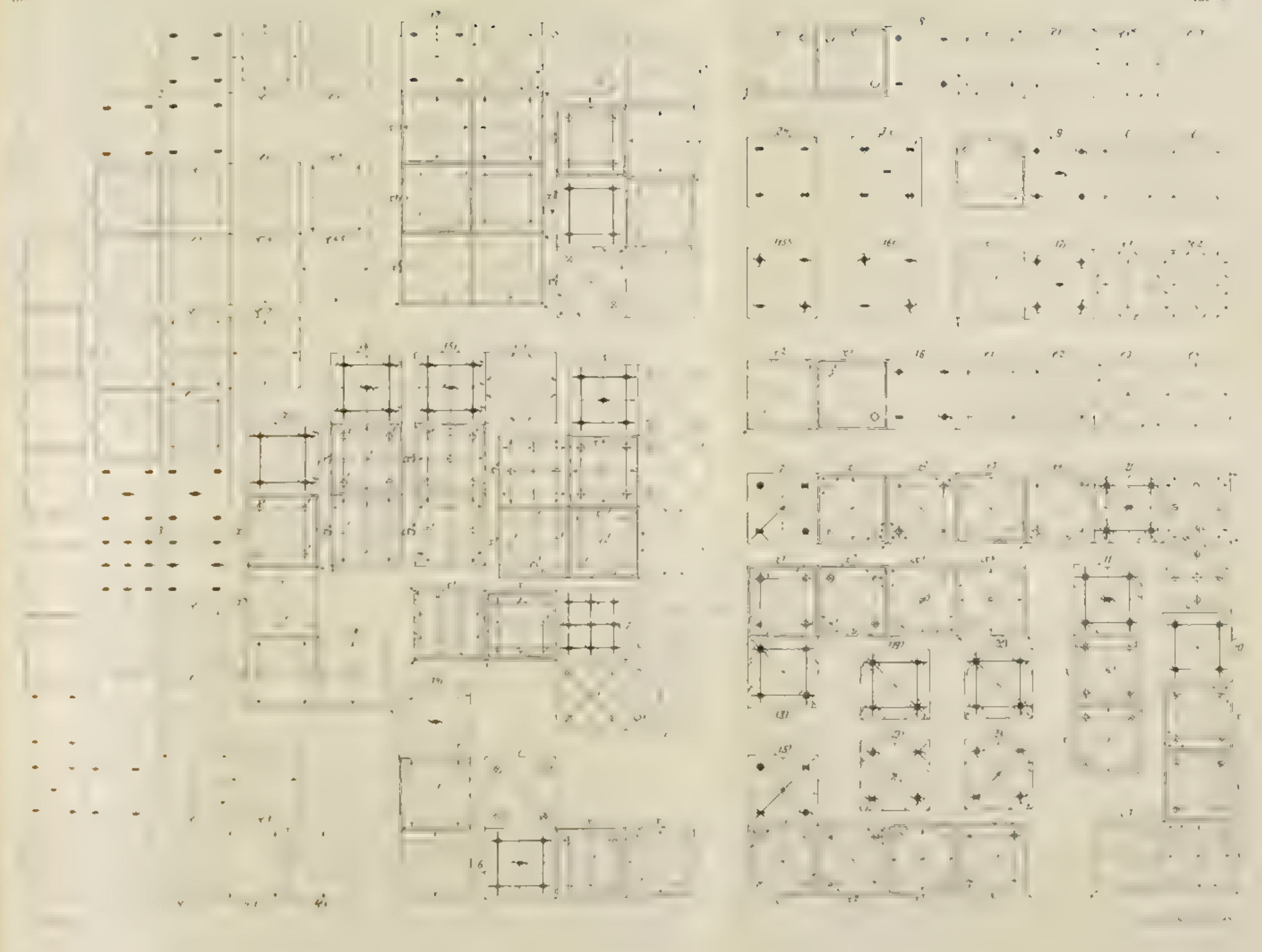


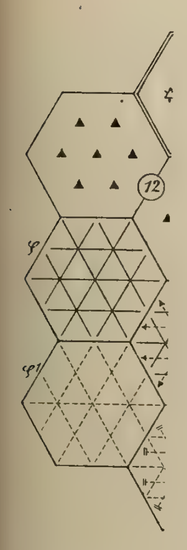
E. von Fedorow, del.

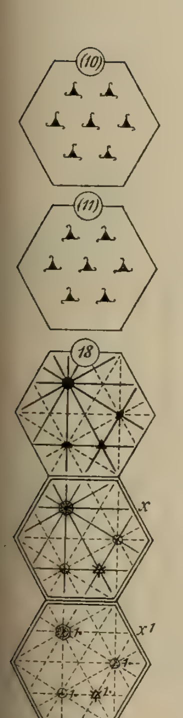
Lith. Hubert Köhler München.




BRITISH MUSEUM
NATURAL HIST

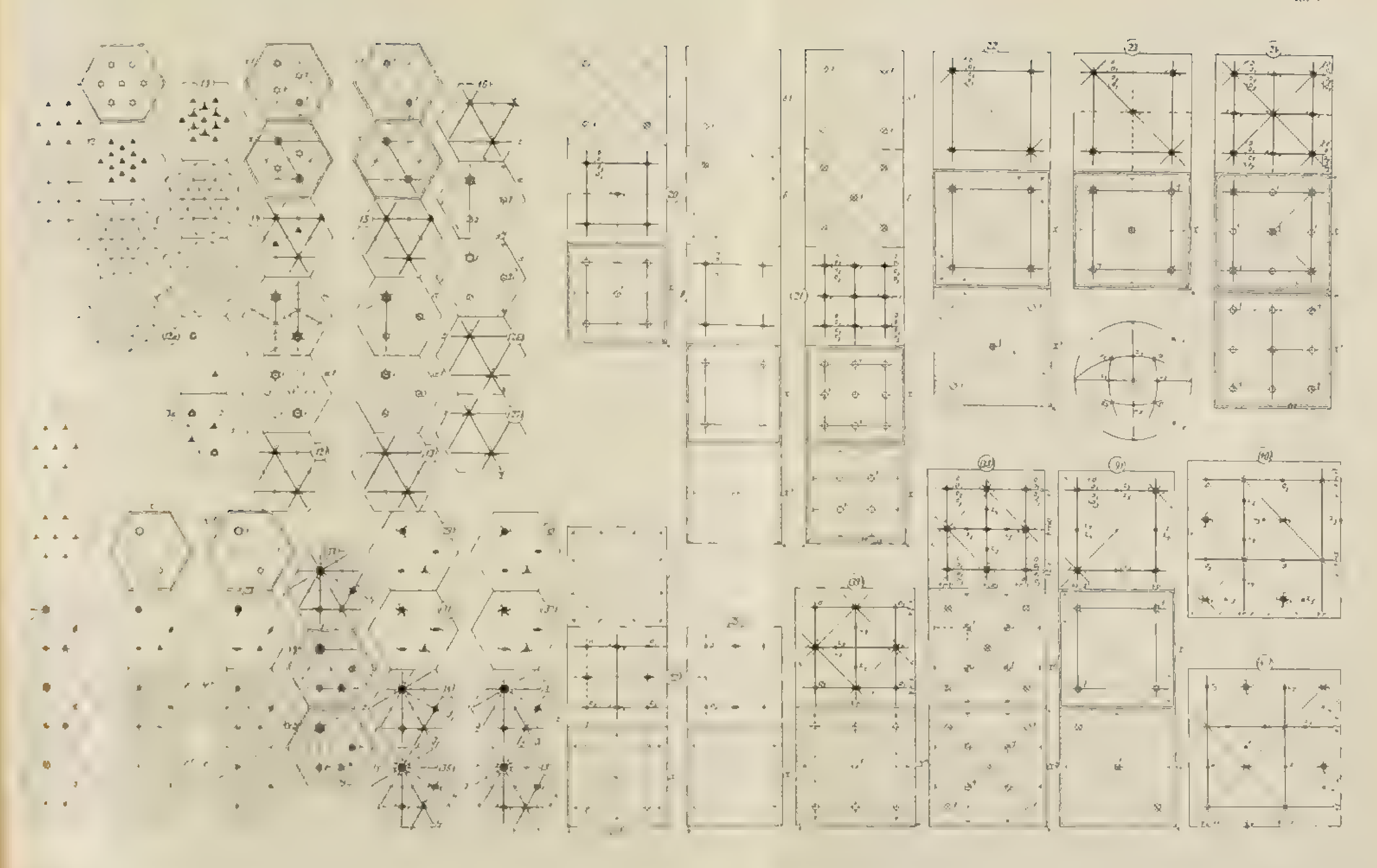


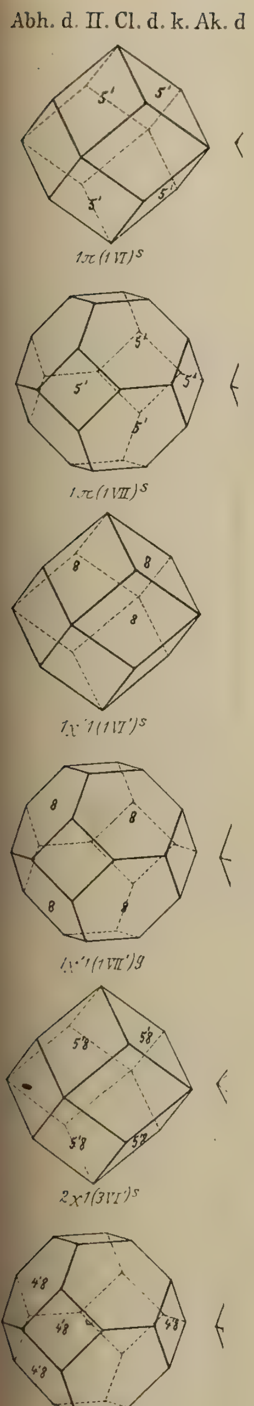




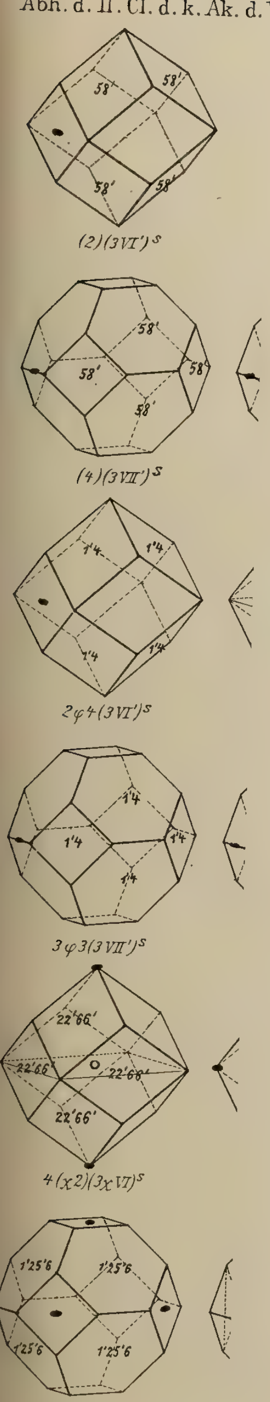


E von Fedorow, del.



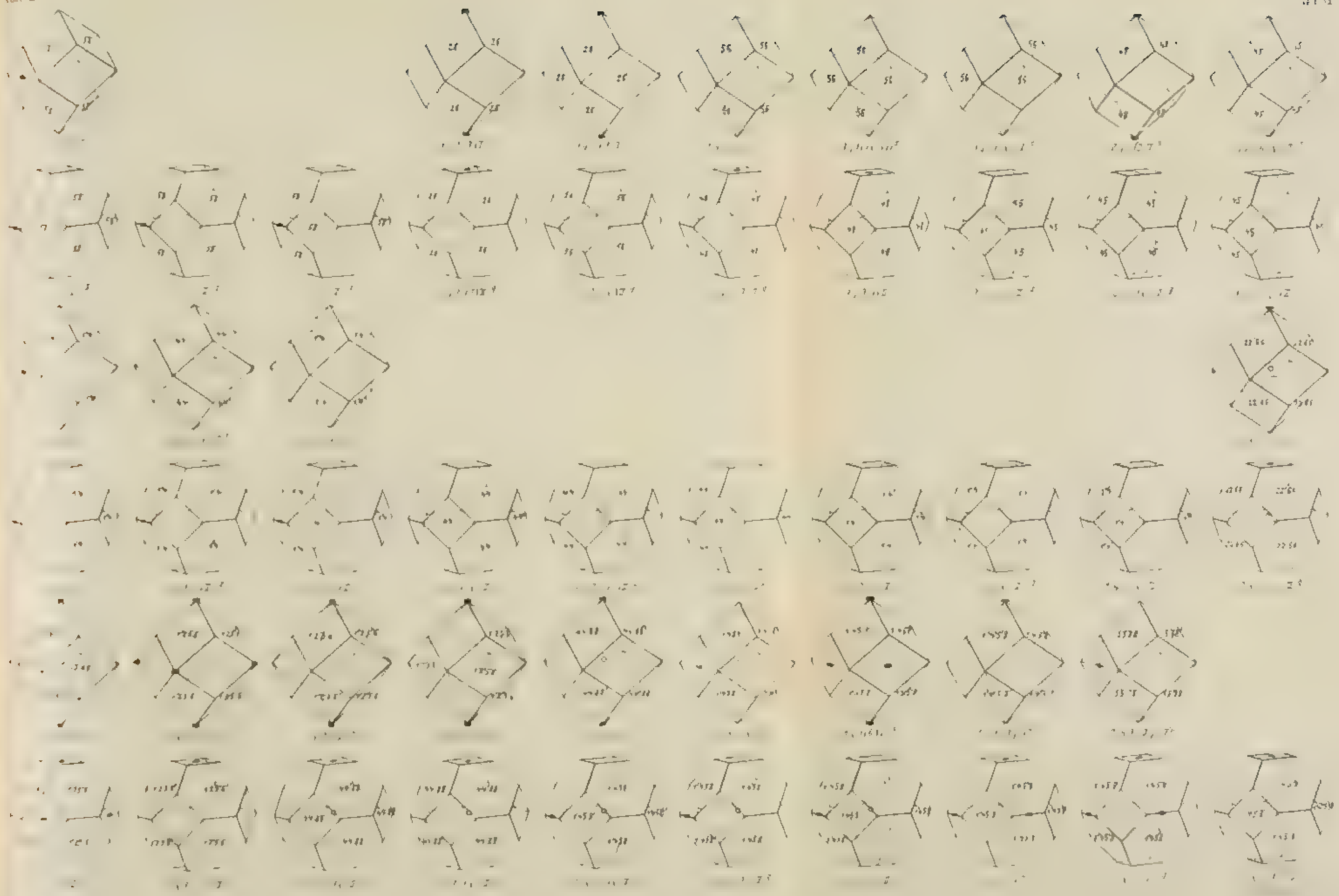




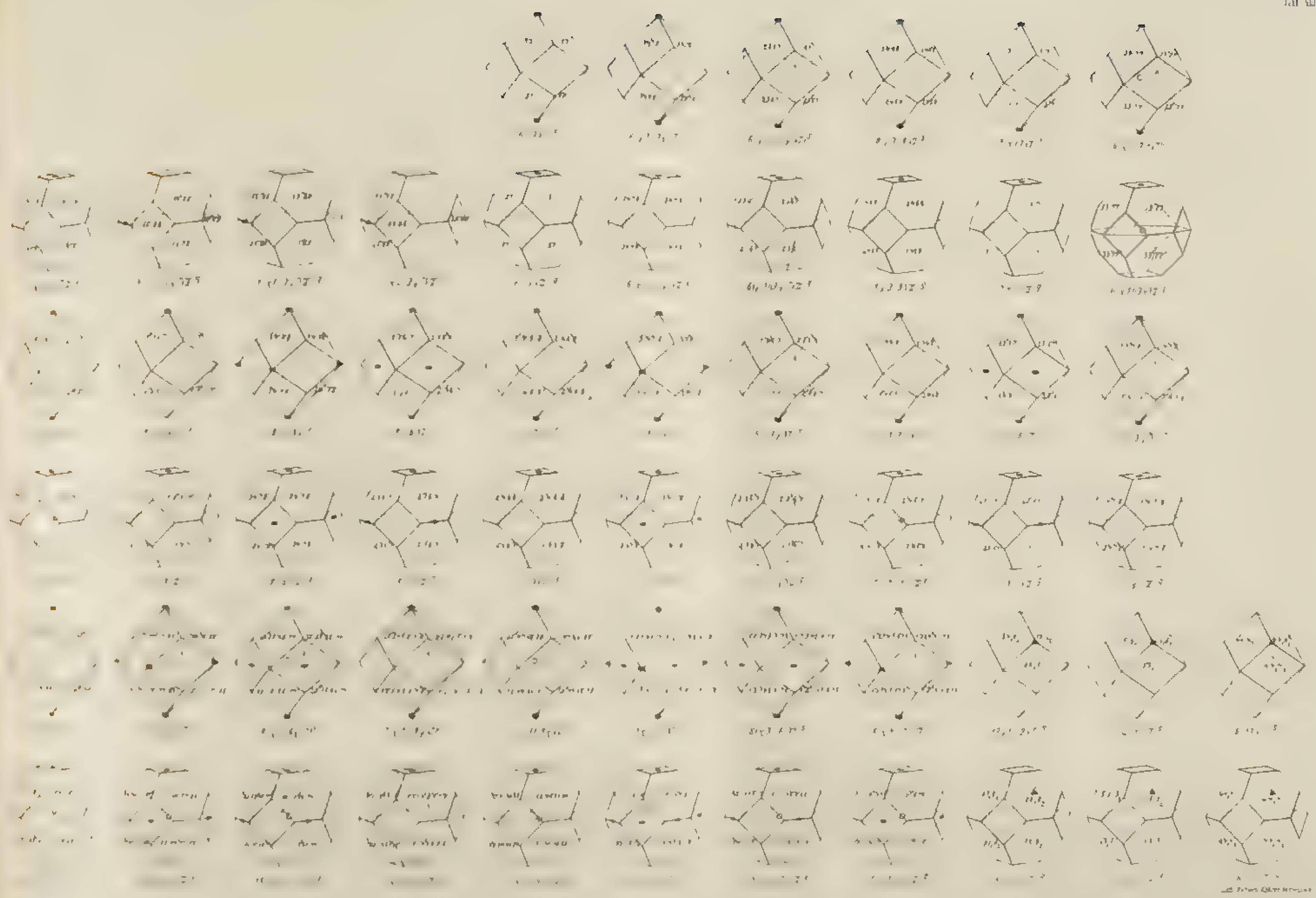


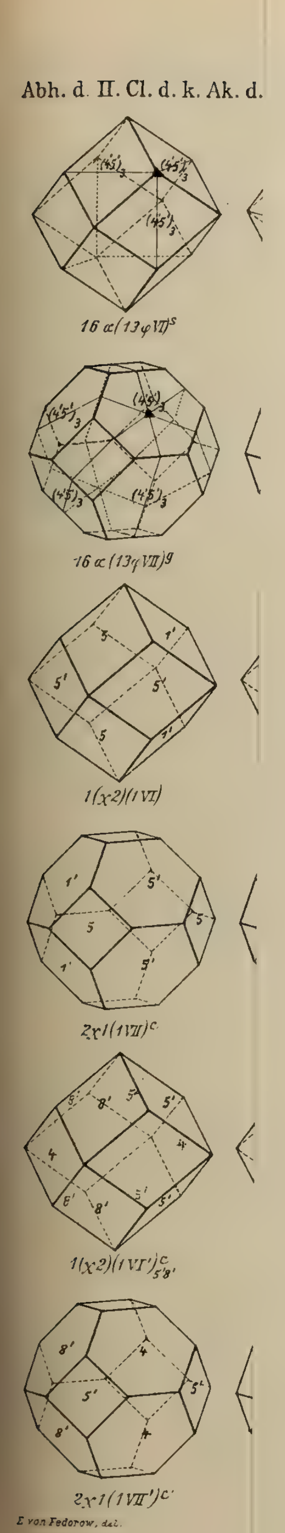
E. von Fedorow, del.



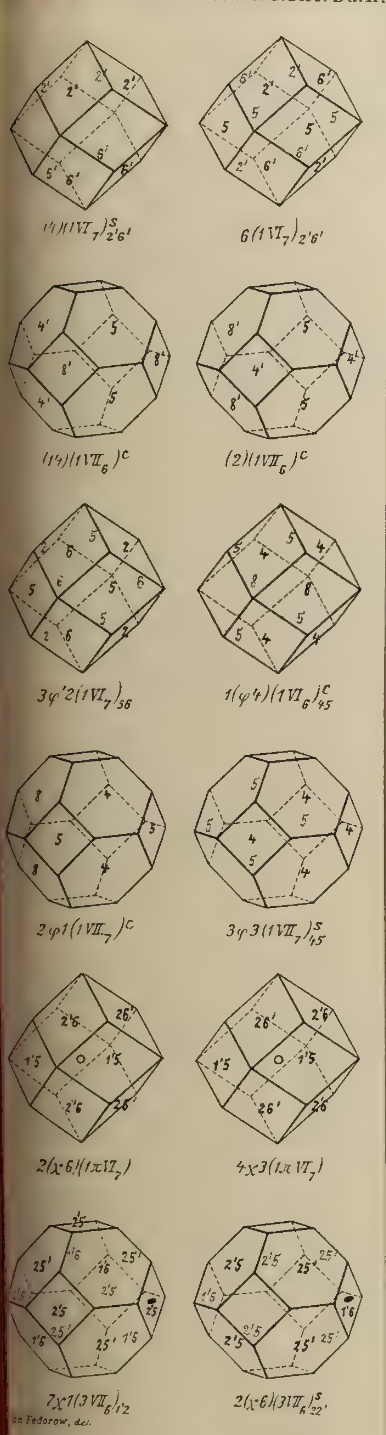



BRITISH MUSEUM
NATURAL HIST.

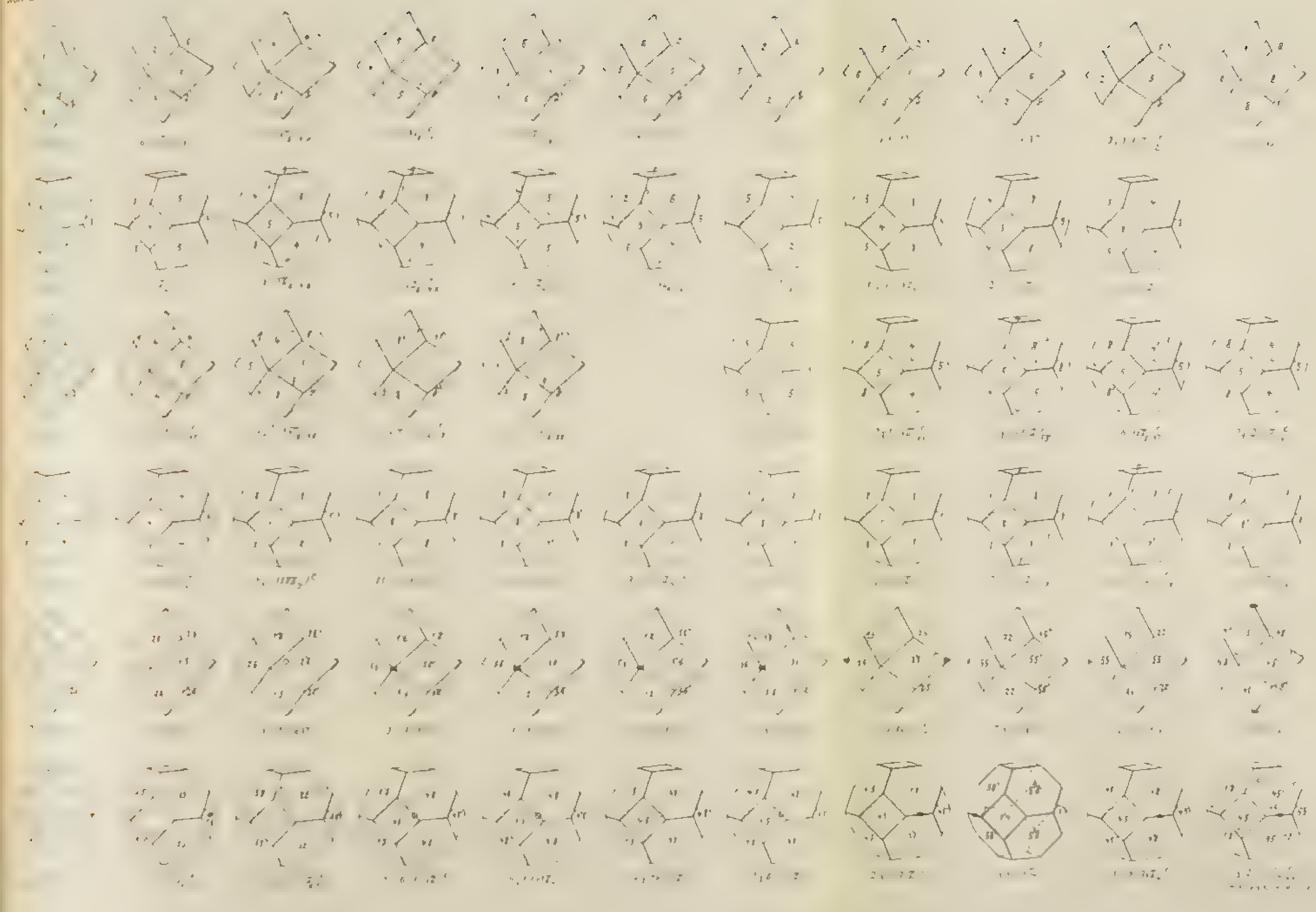


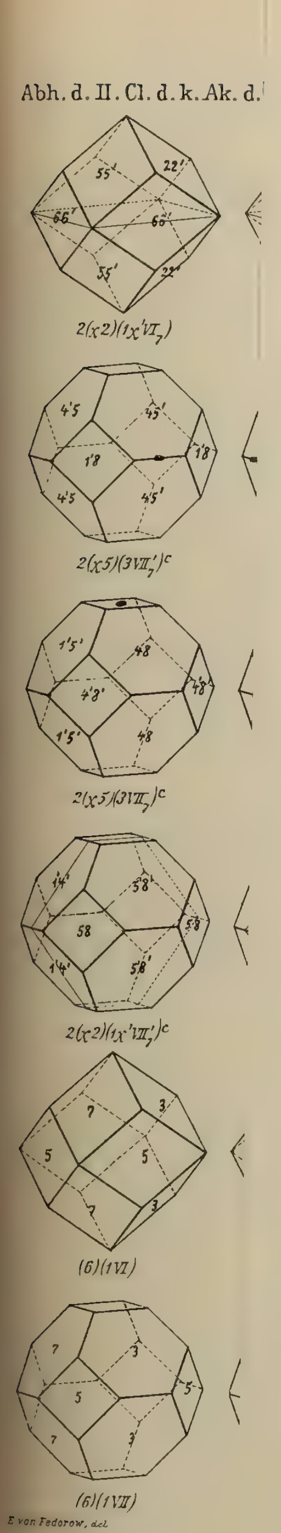

16 α (13 φ VI)^s
16 α (13 φ VII)^g
1 (χ 2) (1 VI)
2 χ 1 (1 VII)^c
1 (χ 2) (1 VI')^c_{5'8'}
2 χ 1 (1 VII')^c'
E. von Fedorow, del.



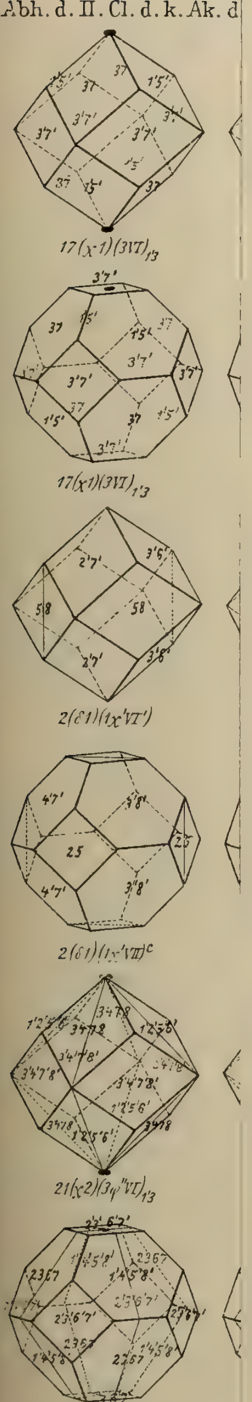






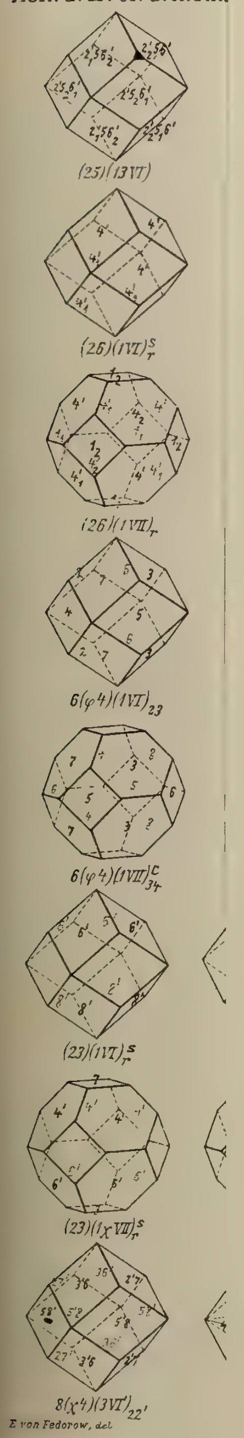

55'
22'
66'
66'
55'
22'
2(x2)(1x'VI7)
4'5
45'
1'8
1'8
4'5
4'5'
2(x5)(3VII'7)c
1'5'
48
4'8'
48
1'5'
48
2(x5)(3VII7)c
1'4'
58'
58
5'8
1'4'
58'
2(x2)(1x'VII'7)c
7
3
5
5
7
3
(6)(1VI)
7
3
5
5
7
3
(6)(1VII)
E von Fedorow, del.





E von Fedorow, del.

Abh. d. II. Cl. d. k. Ak.



E von Fedorow, del.





Inhalt.

	Seite
Die überzähligen Hautknochen des menschlichen Schädeldaches. Von *Johannes Ranke*	275
Reguläre Plan- und Raumvertheilung. Von *E. von Fedorow.* (Mit 13 Tafeln) . .	465

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

ZWANZIGSTEN BANDES
DRITTE ABTHEILUNG.
IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER LXXI. BAND.





MÜNCHEN 1900.
VERLAG DER K. AKADEMIE
IN KOMMISSION DES G. FRANZ'SCHEN VERLAGS (J. ROTH).



Untersuchung

über die

Vibration des Gewehrlaufes

von

C. Cranz und **K. R. Koch.**

I. Schwingungen in verticaler Ebene.

B. Versuche mit kleinkalibrigen Gewehren.

(Mit 4 Tafeln.)



In Fortsetzung unserer Versuche[1]) über die Schwingungen des Gewehrlaufs haben wir drei kleinkalibrige Gewehre untersucht; diese waren uns nebst Munition durch das freundliche Entgegenkommen der bekannten Firma Mauser in Oberndorf zur Verfügung gestellt, wofür wir letzterer hiermit unseren verbindlichsten Dank aussprechen. Es war ein Gewehr 8 mm Cal. (Versuchsgewehr mit Holzmantel), eines mit 7 mm (Spanisches Modell) und ein Versuchsgewehr mit 6 mm Cal., sämmtliche Patronen, mit Mantelgeschoss und rauchschwachem Pulver geladen. Wir benutzten für die Befestigung der Gewehre zunächst die in unserer ersten Mittheilung (l. c. p. 754) beschriebene und dort mit B bezeichnete Aufstellung, nur klemmten wir fortan das Gewehr nicht mehr vermittelst Holz und Kupfer am Hülsenkopf und Kolben fest, sondern suchten die nöthige Festigkeit durch Einbettung in Kork zu erreichen. Dies geschah desshalb, weil jene absolut feste Einklemmung, wie es uns nachzuweisen gelungen ist, unter Umständen zu Zwangszuständen führt, die den Charakter der Schwingungen wesentlich ändern können. Es ist jedoch klar, dass auch bei dieser weniger starren Bettung des Gewehres doch nicht jene Freiheit der Bewegungen gegeben ist, die bei freiem Anschlag vorhanden sein wird; wir haben desshalb ferner sowohl Versuche mit vollkommen freiem, nur an zwei Schnüren aufgehängtem Gewehr angestellt, wie auch mit derartig unterstütztem und durch Vorrichtungen gehaltenem Gewehr, dass die Bedingungen des gewöhnlichen Anschlages ziemlich vollkommen erfüllt scheinen. Die Deformations- und Schwingungszustände im Moment des Geschossaustritts, auf die allein es für die Ermittlung des Vibrationsfehlers ankommt, ergeben sich zwar auch auf diese Weise (d. h. bei freierer Haltung des Gewehres) und lassen sich photographisch fixiren; jene erst erwähnte Untersuchung bei festerer Einklemmung ist jedoch nicht ganz zu entbehren und desshalb nothwendig, weil die freien Aufstellungen des Gewehres wegen der grossen Rücklauf- und

[1]) Diese Abhandlungen Bd. XIX, p. 747 ff. Seite 774, Z. 4 ist einzufügen: Die Figur 1 auf Tafel I zeigt, dass dann voraussichtlich auch die Schwankungen des Abgangsfehlers geringer werden...

Kippbewegungen desselben nur die ersten Bruchtheile der Schwingungscurven liefern, welche erst durch Vergleichung mit den vollständigen Curven, die sich bei festerer Einklemmung ergeben, eine richtige Interpretation erfahren.

Die Schwingungen des Laufes des in Kork festgeklemmten Gewehres.

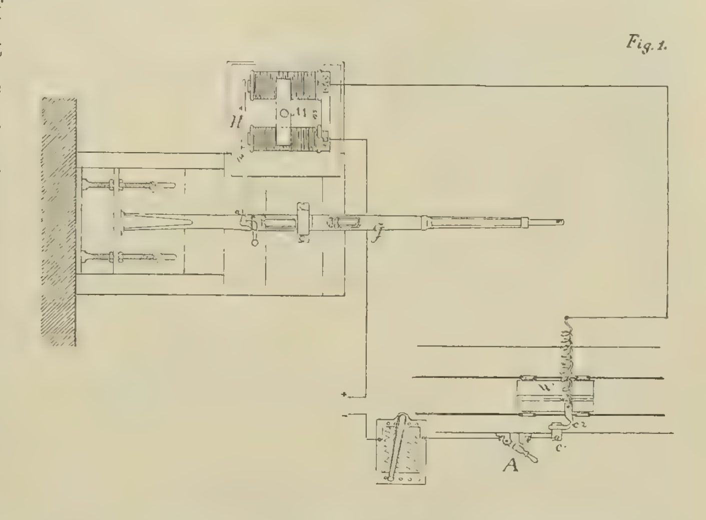
Zur vorläufigen Orientirung über die Art der auftretenden Schwingungen benutzten wir wiederum die Chladni'schen Sandfiguren; wir verfuhren in der (l. c. p. 758) angegebenen Weise, indem wir wie dort auf den Lauf der Länge nach einen Kartonstreifen aufkitteten, diesen mit Sand bestreuten und mehrere Schüsse abgaben; das Gewehr war bei diesen Versuchen in Aufstellung B (l. c. 754), jedoch in Kork eingebettet. Es zeigte sich nun, dass der beim Gewehr Mod. 71 Cal. 11 mm so deutlich auftretende Knoten des I. Obertons bei den kleinkalibrigen Gewehren nur sehr undeutlich zu erkennen war; — nur bei dem Gewehr 8 mm Cal. war dieser Knoten etwas deutlicher wahrnehmbar —; es blieb vielmehr auf dem ganzen vorderen Drittel des Cartonstreifens etwas Sand liegen. Die Erklärung hierfür ergaben die photographischen Untersuchungen (cf. unten S. 599), welche zeigten, dass zu dem Grundton und ersten Oberton noch Schwingungen des zweiten Obertones hinzukommen. Ferner beobachteten wir, dass die Schwingungen des Laufes, wenigstens in der Nähe der Mündung, ausserordentlich kräftig waren, was wir wohl mit Recht dem heftigeren Stoss in Folge der grösseren Geschossgeschwindigkeit zuschreiben.

Nach diesen scheinbar negativen Resultaten wandten wir uns der photographischen Methode zu; wir versuchten zunächst wiederum die Schwingungen eines unmittelbar an der Mündung gelegenen Punktes zu bestimmen, da aus Art und Natur derselben sich der Schwingungszustand des Laufes überhaupt ergiebt.

Die Methode war die auf Seite 755—56 unserer ersten Mittheilung beschriebene. Während jedoch früher in der Weise verfahren wurde, dass auf ein gegebenes Commando der eine von uns den Schuss löste, während der andere die photographische Platte an dem Spaltbilde vorüberzog, haben wir für die Fortsetzung unserer Versuche zwei andere Vorrichtungen construirt, durch die entweder elektromagnetisch (a) oder pneumatisch (b) die Auslösung des Schusses für eine bestimmte Lage des Spaltbildes auf der Platte selbstthätig bewerkstelligt wird.

a) Die elektromagnetische Auslösungsvorrichtung.

Es ist (G) (Fig. I) das Gewehr, (H) ein Hebel aus weichem Eisen, der mit einem Arm dem Elektromagneten (M) gegenübersteht und dessen anderer am Abzug (a) angreift; ferner ist (A) ein Stromschlüssel, (c^1) ein neben den Schienen, auf denen der Wagen (W) mit der photographischen Platte läuft, befestigtes Contactstück; am Wagen (W) ist ein zweites federndes Contactstück (c^2) befestigt. Da (c^1) verstellbar ist, lässt es sich leicht bewirken, dass (c^2) mit (c^1) in einem gewünschten Momente — während also das Spaltbild auf eine passende Stelle der photographischen Platte fällt — Contact macht; in demselben Zeitpunkt wird also der Elektromagnet erregt, zieht den einen Arm des Hebels (H) an und löst damit den Schuss. Der angewandte Strom, den die städtische elektrische Centrale lieferte, betrug 15—20 Amp.



b) Die pneumatische Auslösungsvorrichtung.

Die elektromagnetische Auslösung arbeitete zu unserer Zufriedenheit, wenn das Gewehr in der Aufstellungsvorrichtung (B) in Kork eingeklemmt war. Handelte es sich jedoch um die schon erwähnten und weiter unten (S. 602 f.) beschriebenen Versuche mit vollkommen freiem oder mit so unterstütztem und gehaltenem, dass die Bedingungen des natürlichen Anschlages erfüllt sind, so musste entweder der Schuss durch elektrische Zündung (wie in unserer ersten Mittheilung S. 772 beschrieben) oder durch eine andere Vorrichtung am Abzug ausgelöst werden, bei der äussere Kräfte sich nicht in störender Weise durch eine Verrückung des Gewehres als Ganzes bemerkbar machen konnten. Bei der elektrischen Zündung fallen jedoch die Schwingungen des Laufes, die durch das Vorschnellen des Schlagbolzens hervorgerufen werden, fort; da dieselben beim Schiessen nach gewöhnlicher Art aber auftreten und nicht zu vernachlässigen sind, haben wir eine

pneumatische Auslösungsvorrichtung in folgender Weise construirt. (C) (Fig. II) ist ein durch einen Elektromotor betriebener Compressor; durch diesen wird im Windkessel (W) (von 1 cbm Inhalt) ein Ueberdruck von circa 2 Atm. hergestellt; eine Gummischlauchleitung S_1, führt zum Sicherheitshahnen (H_1) und zum Auslösehahnen (H_2), von hier durch eine Schlauchleitung (S_2) zu einem Messingrohr (R), dessen Ende mit der Klemmvorrichtung (K) (vgl. Fig. II a) am Abzugs-Bügel des Gewehres festgeschraubt werden

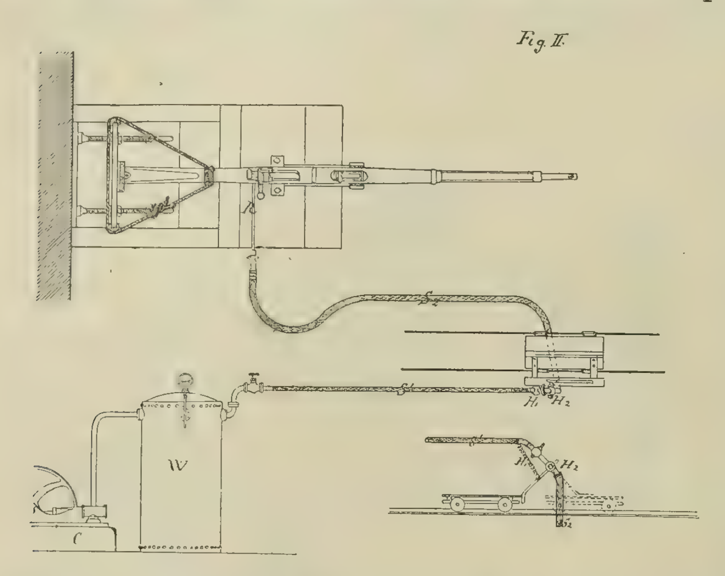


Fig. II.

konnte. Rechtwinklig an dieses Rohr (R) setzt sich ein kleiner Druckcylinder (D) an, dessen Stempel (St) schon von vornherein, sowie die Festklemmung bei (K) stattgefunden hat, gegen den Abzug (A) durch eine Spiralfeder (F) einen solchen Druck ausübte, dass der sogenannte Druckpunkt erreicht war; wird nun durch Oeffnen der Hähne (H_1) und (H_2) Druck in dem Cylinder (D) erzeugt, so wird (St) gegen (A) gepresst und der Schuss abgefeuert. Da sich die Vorrichtung, welche die Hähne (H) trägt, beliebig verstellen lässt, so ist es auch hier wieder möglich, im gewünschten Momente d. h. bei richtiger Lage des Spaltbildes auf der photographischen Platte den Schuss zu lösen. Dies wurde durch einen Arm bewirkt, der an dem Wagen, welcher die photographische Platte trägt, befestigt war, dieser öffnete beim Vorüberziehen der Platte am Spaltbilde im gewünschten Augenblick den Hahn (H_2), nachdem vorher der Sicherheitshahn (H_1) selbstverständlich aufgemacht war; eine Spiralfeder schloss nach erfolgtem Schuss den Hahn (H_2) sofort wieder.

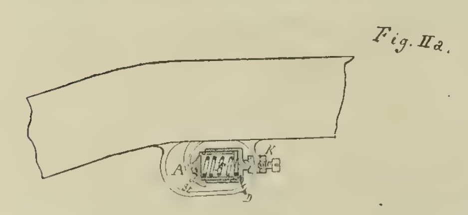


Fig. IIa.

Die Figuren 1—5 auf Tafel I sind typische Curven der Schwingungen, welche die drei untersuchten kleinkalibrigen Gewehre ausführen, wenn dieselben in der angegebenen Weise unter Benutzung der Aufstellungsart (B) zwischen Kork eingeklemmt sind.

Aus diesen Schwingungscurven ergiebt sich Folgendes. Bei den drei untersuchten kleinkalibrigen Gewehren zeigt sich ausser den von uns in unserer I. Mittheilung (für Mod. 71, Cal. 11 mm) beschriebenen Schwingungen (nämlich Schwingungen des Grundtons, des ersten Obertones und einer vor dem Schuss auftretenden „Verbiegung“) noch eine deutlich ausgeprägte Schwingungsart, die dem zweiten Oberton zugehört. Eine solche Schwingung (des zweiten Obertones) war schon bei den Schwingungen der Gewehre Mod. 71 (11 mm Cal.) von uns bemerkt, jedoch war sie in der Regel so wenig intensiv und trat nur so vereinzelt auf, dass wir sie in unserer ersten Mittheilung nicht weiter berücksichtigt haben (vgl. übrigens Fig. 24, Tafel IV unserer ersten Mittheilung). Es treten also bei diesen kleinkalibrigen, mit rauchschwachem Pulver geladenen Gewehren und bei der beschriebenen Festklemmung in Kork (Aufstellung B) folgende Schwingungen auf.

1. Vor dem Augenblick, in dem bei normaler Ladung das Geschoss aus dem Lauf austritt, beobachtet man wieder wie beim Mod. 71 (11 mm Cal.) eine von uns so benannte „erste Verbiegung“ ($\alpha\ \beta$).

Darauf folgt 2. ebenfalls noch vor dem Geschoss-Austritt eine zweite Verbiegung ($\beta\ \gamma$), die beim Mod. 71 (11 mm Cal.) zur ersten halben Schwingung des ersten Obertones gehört, innerhalb welcher bei normaler Ladung das Geschoss den Lauf verlässt; dieser überlagert kommt hie und da auch bei Cal. 11 mm eine Schwingung des zweiten Obertons mehr oder weniger deutlich hinzu, die jedoch bei dem relativ späten Austritt des Geschosses (bei Cal. 11 mm) nicht berücksichtigt zu werden braucht (vgl. Fig. 21 Tafel IV der I. Mittheilung). Bei den mit rauchschwachem Pulver geladenen kleinkalibrigen Gewehren dagegen ist diese zweite nach oben gerichtete Verbiegung ($\beta\ \gamma$) ein Theil der ersten Schwingung des zweiten Obertons, innerhalb welcher, während einer gewissen Phase (circa $^1/_4$) derselben, das Geschoss den Lauf verlässt.

Während dieser Schwingung beginnt 3. eine in ihrer ersten Phase nach unten gerichtete Schwingung des ersten Obertons, sowie 4. die in ihrer ersten Phase nach oben gerichtete Grundtonschwingung. Nach Ablauf von zwei Grundtonschwingungen sind die Schwingungen des ersten Obertones durch Dämpfung verschwunden, ebenso sind schon früher nach circa zwei Schwingungen des ersten Obertons die Schwingungen des zweiten Obertons erloschen.

Diese Schwingungen und ihre Anfangsrichtung lassen sich (bildlich) tabellarisch folgendermassen darstellen.

(NB. Die Pfeile sollen die Richtung ihrer ersten Phase angeben, also ↑ erste Schwingung nach oben, ↓ nach unten.

Verbiegung $\alpha\,\beta$	Verbiegung $\beta\,\gamma$	I. Oberton	Grundton	
↑	—	↑	↑	Gewehr 11 mm Cal. Mod. 71, Schwarzpulver-Ladung und Geschoss normal.
↑	↑ (II. Oberton)	↓	↑	Gewehr 8 mm Cal., „ 7 „ „, „ 6 „ „ — Rauchschwaches Pulver, Ladung und Geschoss normal.

Der Austritt des Geschosses (durch das Funkenbild Punkt γ bezeichnet[1]) findet beim Gewehr 11 mm Cal. Mod. 71 (Schwarzpulver) nach Ablauf von einem Viertel der Schwingung des ersten Obertones statt, bei den kleinkalibrigen Gewehren (rauchschwaches Pulver) ungefähr im ersten Viertel der Schwingung des zweiten Obertons. Da die Amplituden des höheren Obertons kleiner sind als die des niederen, so muss auch der Vibrationswinkel für die kleinkalibrigen Gewehre ein kleinerer sein, da für diese die zweite Obertonschwingung massgebend ist, wie für das grössere (11 mm Cal.) die erste.

Ueber die Natur der von uns so genannten ersten Verbiegung $\alpha\,\beta$, die später bei der Discussion über die bei halber und Viertels-Ladung auftretenden Schwingungen erörtert werden wird, mag hier vorläufig nur bemerkt werden, dass sie zu einer Schwingungscurve gehört, die durch das Vorschnellen des Schlagbolzens hervorgerufen wird.

Das Curvenstück ($\beta\,\gamma$) ist ein Theil einer Schwingung des zweiten Obertons, was, soweit wegen der schlechten Definition des Gebildes eine Ausmessung möglich ist, durch diese bestätigt wird. Hervorgebracht ist diese Schwingung durch den Explosionsstoss bezw. durch die Einpressung des Geschosses in die Züge. Diese Schwingung beginnt, wie erwähnt, mit einer aufwärts gerichteten Elongation; der Geschossaustritt findet statt: beim Gewehr 6 mm Cal., ehe das Maximum der Elongation nach oben erreicht ist, beim Gewehr 7 mm Cal., circa im Maximum, beim Gewehr 8 mm Cal. nahe dem Maximum jedoch schon auf dem absteigenden Ast der Schwingung, wenn also schon die nach unten gerichtete Schwingung des ersten Obertones einsetzt. Es steht hiernach zu erwarten, dass diese Gewehre[2]) zu hoch schiessen müssen. Der von uns ausgeführte Beschuss bestätigt dies in der That. Wir fanden, dass das Gewehr 8 mm Cal. auf einer Scheibe im Abstand 4.5 m von der Mündung um circa 10 mm zu hoch schiesst; das Gewehr 7 mm Cal. schoss auf dieselbe

---

[1]) Ueber die Methode vergl. unsere I. Mittheilung, Seite 761.

[2]) Diese Resultate beziehen sich natürlich nur auf die bestimmten uns zur Verfügung stehenden Exemplare der betreffenden Gewehrtypen.

Entfernung um 22.5 mm zu hoch; das Gewehr 6 mm Cal. um 2.5 mm. Das Ergebniss des Beschusses entspricht also der Lage des Funkenbildes, d. h. also dem beobachteten Geschossaustritt in der Schwingungscurve des zweiten Obertones.

Es ist vielleicht nicht unnütz, die Vertreter der Waffentechnik auf diese Gesetzmässigkeiten aufmerksam zu machen; durch geeignete Wahl der Mündungsgeschwindigkeit und der Laufdimensionen muss es gelingen, den Abgangsfehler entweder noch weiter herabzudrücken oder den Austritt des Geschosses in einem solchen Moment erfolgen zu lassen, in welchem entsprechend der Schwingungsphase eine Aenderung der Geschwindigkeit des Geschosses im Lauf von keinem grossen Einfluss auf die Aenderung des Vibrationsfehlers ist.

Die Schwingungen, welche stattfinden nach dem Geschossaustritt, sind natürlich für den auftretenden Vibrationsfehler nicht mehr massgebend. Der Vollständigkeit wegen geben wir jedoch auch für diese die nöthigen Daten an. Die Schwingungen speciell des zweiten Obertones werden schnell gedämpft. diese schnelle Dämpfung stimmt mit der Theorie der Transversalschwingungen eines Stabes überein, da die Schwingungen der Obertöne zur Grundtonschwingung und untereinander anharmonisch sind. Die Gewehrtypen 8, 7, 6 mm Cal. unterscheiden sich in etwas dadurch, dass beim Gewehr 8 mm Cal. der zweite Oberton schneller gedämpft ist und verschwindet, als beim 7 und 6 mm Cal.-Gewehr.

Die Dauer der verschiedenen Schwingungen ist in ihren Mittelwerthen in der nachfolgenden Tabelle enthalten:

Gewehr	Schwingungsdauer		
	des Grundtons[1]	des ersten Obertons	des zweiten Obertons[1]
Cal. 8 mm	0.0418 Sec.	0.0083 Sec.	0.0022 Sec.
„ 7 „	0.0310 „	0.0073_5 „	0.0024 „
„ 6 „	0.0320 „	0.0069_2 „	0.0016_5 „

Aus dem Auftreten des zweiten Obertons erklärt sich in befriedigender Weise das negative Ergebniss, das wir bei der Untersuchung vermittelst der

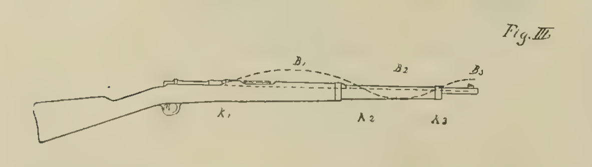
[1]) Die Werthe der Schwingungsdauer für den Grundton und zweiten Oberton lassen sich nicht mit derselben Genauigkeit messen, wie die des ersten Obertones, da jeweils nur höchstens eine Schwingung derselben sich zur Ausmessung eignet. Dass das Verhältniss der Werthe der drei Schwingungen mit den theoretisch berechenbaren eines cylindrischen Stabes nicht übereinstimmt, kann bei der konischen Gestalt des Laufes und der Verbindung desselben mit Vorderschaft und Laufmantel nicht befremden.

Sandfiguren erhielten: die auftretenden Schwingungen sind zu einander anharmonisch, es werden also die durch den zweiten Oberton erzeugten Sandlinien durch die Schwingungen des ersten Obertons zerstört und umgekehrt vernichten jene die dem Knoten des ersten Obertons entsprechende Sandlinie wieder, nur beim Cal. 8 mm, bei dem, wie es scheint, die Schwingungen des zweiten Obertones meist sofort erlöschen, bildet sich etwas besser die Knotenlinie des ersten Obertons aus; es lag hier der vordere Knoten des ersten Obertones 17.5 cm, der des zweiten 7.8 cm von der Mündung. Auch die bei den kleinkalibrigen Gewehren auftretenden kräftigeren Grundtonschwingungen werden zur Zerstörung der Sandlinien der Obertöne beitragen.

Die Deformation des Laufes eines (in Kork) fest eingespannten Gewehres im Augenblick des Geschossaustritts.

Um eine Bestätigung unserer Behauptung zu erhalten, dass die Deformation des Laufes im Moment des Geschossaustritts wirklich eine solche ist, die einer zweiten Obertonschwingung entspricht, versuchten wir, dieselbe in der auf Seite 764 ff. unserer ersten Mittheilung angegebenen Weise festzustellen, indem durch Momentbeleuchtung im Augenblick des Austritts des Geschosses die Verbiegung bezw. Lagenänderung bestimmter Punkte des Laufes gegen feststehende Spitzen photographisch fixirt wurde. Das Gewehr war bei diesen Versuchen in der mit B bezeichneten Aufstellungsvorrichtung mit Kork festgeklemmt.

Wenn der Lauf im Moment des Austritts des Geschosses in einer Schwingungsphase sich befindet, die dem zweiten Oberton entspricht, so werden, ausser dem Knoten an der Einklemmstelle (Hülsenkopf) noch zwei andere Knoten auftreten wie in nebenstehender (schematischer) Figur III angegeben ist. K_1 K_2 K_3 sind die Schwingungsknoten, B_1 B_2 B_3 die Schwingungsbäuche; das schon aus den Schwingungscurven folgt, dass B_3 eine wenn auch zum Theil nur geringe Elongation nach oben besitzt, so muss der Schwingungszustand im Moment, in dem das Geschoss den Lauf verlässt, der in Fig. III skizzirte sein.



Um diesen Schwingungszustand möglichst ausgeprägt zu erhalten, wird es nothwendig sein, die Spitzen thunlichst in die Mitte der Schwingungsbäuche zu bringen.

Die Resultate der durch Momentphotographie im Augenblick des Austritts des Geschosses für vier Punkte

a: an der Mündung,
b: circa 17 cm von der Mündung,
c: „ 36 „ „ „ „
d: am Kolbenhals

gefundenen Verbiegungen sind in folgenden Tabellen zusammengestellt.

Es bedeuten + Verbiegungen vertical nach oben, — solche vertical nach unten. Die Einheit der Zahlen ist 0.01 mm.

Gewehr 8 mm Cal., Lauflänge 72 cm.

Punkt a 0.3 cm von der Mündung	Punkt b 17.0 cm von der Mündung	Punkt c 36.0 cm von der Mündung	Punkt d Kolbenhals	Bemerkungen
+ 10.7	— 20.4	—	— 16.5	Gewehr ist am Hülsenkopf fest in Kork eingeklemmt, am Kolben gegen Kork gestützt.
+ 15.6	— 10.6	+ 12.1	— 16.5	
+ 15.4	— 9.7	+ 13.6	— 12.8	
+ 18.5	— 9.6	+ 14.2	— 14.5	Gewehr am Hülsenkopf locker, am Kolben gegen Kork gestützt.
+ 10.7	— 8.0	+ 16.7	— 16.9	
+ 19.9	— 10.5	+ 16.1	— 55.2	Gewehr am Kolben gegen Eisenplatte gestützt.

Gewehr 7 mm Cal., Lauflänge 72 cm[1]).

Punkt a 0.2 cm von der Mündung	Punkt b 17.2 cm von der Mündung	Punkt c 36.0 cm von der Mündung	Punkt d Kolbenhals	Bemerkungen
+ 23.5	— 5.3	+ 11.9	— 56.3	Gewehr fest in Kork eingeklemmt. Kolben stützt sich gegen Kork.
+ 20.1	— 4.3	+ 12.5	— 49.7	
+ 24.0	— 7.0	+ 13.5	— 46.4	
+ 22.4	— 4.3	+ 10.9	— 71.7	

[1]) Bei den Versuchen mit diesen Gewehren (7 mm und 6 mm Cal.) ist es offenbar nicht gelungen, die Spitzen in die Mitte der Schwingungsbäuche des II. Obertons zu bringen. Wir möchten vermuthen, dass die Knoten im Vergleich zu ihrer Lage bei dem Gewehr 8 mm Cal. verschoben sind (vergl. unten S. 600).

Gewehr 6 mm Cal., Lauflänge 73 cm[1]).

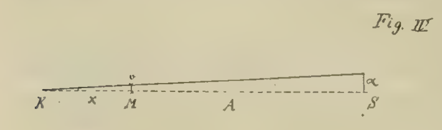
Punkt a 0.7 cm von der Mündung	Punkt b 17.5 cm von der Mündung	Punkt c 36.0 cm von der Mündung	Punkt d Kolbenhals	Bemerkungen
+ 19.3	0	0	— 43.8	Gewehr fest in Kork eingeklemmt. Kolben stützt sich gegen Kork.
+ 13.6	0	+ 10.7	— 23.1	
+ 16.7	— 0.8	+ 3.7	— 18.8	
+ 15.4	0	+ 5.8	— 23.2	
+ 17.4	0	+ 7.0	— 12.0	
+ 23.3	— 10.0	+ 11.7	— 29.2	Gewehr ganz locker eingelegt. Kolben stützt sich gegen Kork.
—	—	—	— 14.1	
+ 11.2	0	+ 10.2	— 14.0	

Aus diesen Tabellen geht nun in der That unzweifelhaft hervor, dass bei den Gewehren von 8 mm und 7 mm Cal. der Lauf sich im Augenblick des Geschossaustritts in einem Deformationszustand befindet, der einer Phase des zweiten Obertons entspricht. Lägen nur die Tabellen vor, so könnte man jedoch in Bezug auf das Gewehr 6 mm Cal. hierüber in Zweifel sein, wenn nicht die erhaltenen Schwingungscurven eines Punktes in der Nähe der Mündung unzweideutig im Moment des Austritts des Geschosses eine Schwingung des zweiten Obertones erkennen liessen. Man ist desshalb gezwungen, bei diesem Gewehr eine Verschiebung der Knoten anzunehmen, so dass der vordere Knoten weiter (circa 16—18 cm) von der Mündung entfernt läge; entsprechend würde der zweite Knoten dann ebenfalls weiter nach hinten verschoben anzunehmen sein, was mit der Kleinheit der positiven Verschiebungen am Punkte c übereinstimmen würde. Die Kleinheit der erhaltenen Werthe für Punkt b beim Gewehr 7 mm Cal. deutet auf ähnliche Verhältnisse hin, wir neigen jedoch hier eher zu der Annahme, dass die Knoten mehr nach vorn verschoben sind; es lässt sich dies aus unseren Beschussresultaten unter Zugrundelegung vereinfachender Annahmen vermuthen.[2])

---

[1]) Vergl. die Fussnote auf voriger Seite.

[2]) Da die Methode, die Knoten durch Sandfiguren zu bestimmen, wie oben erwähnt, zu keinen Resultaten führte, so kann man versuchen, die Lage des vordersten Knotens (K_3) durch Benutzung unserer Beschussresultate (cf. Seite 596 u.) zu bestimmen. Ist nämlich (Fig. IV) (K) der vorderste Knoten, v die nach der photographischen Methode ermittelte Elongation eines Punktes der Mündung im Moment des Austritts des Geschosses, α die in Bezug auf die Schwere corrigirte Abweichung des Treffpunktes vom Punkte (S), in dem die verlängerte Seelenaxe des ruhenden Gewehres die Scheibe treffen würde, so wird der Abstand x des Knotens von der



Wenn das Gewehr sich mit seinem Kolben gegen eine starre Wand stützt, so wird der Rückstoss bei der winkligen Form des Gewehrschaftes am schwächsten Theil, also am Kolbenhals, zu Verbiegungen Anlass geben; aber auch ohne solchen Stützpunkt des Kolbenendes werden Verbiegungen des Kolbenhalses und damit transversale Schwingungen desselben auftreten, da bei frei gehaltenem Gewehr der Trägheitswiderstand des Kolbens dieselben Erscheinungen wenn auch in verminderter Grösse hervorrufen wird. Die Versuche mit dem Gewehr 8 mm Cal. zeigen dies. Als sich der Kolben des Gewehres gegen eine elastische Korkplatte lehnte, betrugen die Verbiegungen am Kolbenhals im Mittel nur 15.4 Hundertel Millimeter; als sich jedoch der Kolben gegen die starre Eisenplatte stützte, stieg die Verbiegung auf das dreifache, — auf 55.2 Hundertel Millimeter. Diese periodischen Verbiegungen des Kolbenhalses werden nun ihrerseits aber umgekehrt ein periodisches Vor- und Rücklaufen des Gewehres, also scheinbar longitudinale Schwingungen hervorrufen, mit denen wir uns im folgenden Abschnitt beschäftigen wollen.

Die longitudinalen Rückstossschwingungen des Laufes.

Ein Kriterium für die Richtigkeit der eben ausgesprochenen Ansicht wird darin gefunden werden können, dass wir nachweisen, die Periode dieser longitudinalen Schwingungen stimme überein mit der der transversalen Schwingungen. Wirkliche longitudinale Schwingungen würden entsprechend den Gesetzen über die Höhe longitudinaler Töne eine bedeutend kürzere Periode haben.

Zur Beobachtung dieser longitudinalen Vibrationen benutzten wir das Gewehr 7 mm Cal. Wir befestigten in der Nähe des Kornes wieder wie ge-

---

Mündung (M), wenn A den Abstand der Scheibe von eben derselben bezeichnet, gegeben sein durch die Beziehung

$$x = \frac{A\,v}{\alpha - v},$$

vorausgesetzt, dass im Moment des Schusses die Vibrationsgeschwindigkeit vernachlässigt und die Bahn des Geschossschwerpunkts sowie die Form des Laufes von der Mündung bis zum I. Knoten genügend genau als Gerade angesehen werden können. Da nun nach der Lage des Auslösungsfunkens in den Schwingungscurven (vergl. Tafel I, Fig. 4, 5), der Austritt des Geschosses zu einer Zeit stattfindet, die nahe der Maximalelongation liegt — in welchem Punkte (der grössten Elongation) die Geschwindigkeit der Mündungstheile, wenigstens bezüglich des zweiten Obertons, thatsächlich $= 0$ ist —, so mögen diese vereinfachenden Voraussetzungen wohl erlaubt sein.

Der Abstand der Scheibe betrug $A = 4500$ mm. Setzen wir nun für die verschiedenen Gewehre die betreffenden (Mittel) Werthe für α und v ein, so ergeben sich folgende Lagen für den vordersten Knoten, gerechnet in Millimetern von der Mündung.

Gewehr 8 mm Cal.	71 mm
„ 7 „ „	45 „
„ 6 „ „	180 „

wöhnlich vermittelst Klebwachses ein Drähtchen, das jedoch in diesem Fall vertical gerichtet war und verfuhren ganz wie bei der Beobachtung der transversalen Schwingungen; nur wurde die photographische Platte jetzt an dem horizontal gestellten Spaltbilde in verticaler Richtung auf entsprechenden Schienen vorübergeführt; der Moment in dem das Geschoss den Lauf verliess, wurde in gewohnter Weise auch hier markirt.[1]) Auf Tafel III giebt Fig. 14 ein Beispiel für einen solchen Versuch.

Die Ausmessung der erhaltenen Photographien ergab im Mittel aus 6 Beobachtungen folgende Werthe.

1. Das Gewehr geht anfänglich während einer Zeitdauer von 0.0067 Sec. um 0.285 mm zurück. Dann tritt

2. eine stärkere Rückwärtsbewegung von 2.2 mm in circa 0.008 Sec. ein. Während dieser starken Rückwärtsbewegung findet der Austritt des Geschosses statt.

3. Diese setzt sich dann fort zu Schwingungen und zwar

a) Grundtonschwingungen $t = 0.0038$ Sec.,

b) I. Obertonschwingung $t = 0.0069$ Sec.

Vergleicht man mit letzteren Werthen die entsprechenden Werthe für die transversalen Schwingungen (Grundton $t = 0.003$ Sec.; I. Oberton $t = 0.0073$ Sec.) desselben Gewehres, so findet man, dass beide innerhalb der Fehlergrenzen identisch sind. Dies alles steht auch in vollkommenem Einklang mit den in Fig. 19 und Tafel IV unserer I. Mittheilung dargestellten transversalen Schwingungen eines Punktes des Kolbenhalses.

Die Schwingungen des Laufes bei freierer Haltung des Gewehres.

Gegen alle diese Versuche könnte man mit Recht einwenden, dass jene Einklemmung, wenngleich sie in Kork stattgefunden hat, doch immerhin im Vergleich zur Unterstützung und Haltung des Gewehres beim freihändigen Schiessen, eine starre zu nennen ist. Wir haben desshalb, wie schon in der Einleitung erwähnt, noch zwei weitere Versuchsreihen angestellt, die eine mit vollkommen freiem, nur an zwei Schnüren bifilar aufgehängtem Gewehr, die andere mit einem in solcher Weise unterstütztem, dass die Bedingungen des gewöhnlichen Anschlages nahezu vollkommen erfüllt waren.

---

[1]) Diese Vorrichtung, am Schwerpunkt des Laufs angebracht, eignet sich, bei grösserer Geschwindigkeit von photogrophischer Platte und Stimmgabel, vielleicht dazu, den zeitlichen Verlauf des Gasdrucks zu messen, analog dem gegenwärtig besonders häufig angewandten Sébert'schen Rücklaufmesser für Geschütze. Wir hoffen darauf zurückkommen zu können.

Wir verfuhren, um letzteren Zweck zu erreichen, folgendermassen. Auf dem Betonklotz der Aufstellung B (S. 754 der I. Mittheilung) wurde ein kräftiger Arm aus Holz befestigt, der zwischen Filzbacken das Gewehr etwas unterhalb des Visirs hielt, ähnlich also der linken Hand des Schützen, die das Gewehr an derselben Stelle zu halten und zu stützen pflegt. Mit seinem Kolben lehnte das Gewehr, wie gegen die Schulter, hier gegen die mit einer mehrere Centimeter dicken Filzlage bedeckten starren Eisenplatte. Die rechte Hand des Schützen, welche das Gewehr am Kolbenhalse fasst und kräftig in die Schulter einsetzt, war durch einen um den Kolbenhals geschlungenen Gummischlauch ersetzt, dessen Enden stark nach hinten gezogen und hinter der Eisenplatte verknüpft wurden. Wie unsere Versuche ergaben, sind die Schwingungscurven eines so gehaltenen Gewehres vollkommen identisch mit denen, die man erhält, wenn man freihändig schiesst; die Auslösung erfolgte selbstverständlich auf pneumatischem Wege.[1]) Die Feststellung dieser Uebereinstimmung ist desshalb von grossem praktischen Werthe, weil es für einen Schützen überaus schwierig ist, während der immerhin langwierigen Einstellungsarbeiten das Gewehr mit der nöthigen Ruhe zu halten; abgesehen davon, dass Athmung und Pulsschlag ein fortwährendes und bei der angewandten Vergrösserung äusserst störendes Vibriren und Zucken des Gewehres mit sich bringen.

Auf Tafel II sind die Figuren 6, 7, 8 derartige typische Curven. Es können selbstverständlich nur die ersten der auftretenden Schwingungen in den Photographien vorhanden sein, denn die starken Kippbewegungen des Gewehres, nachdem das Geschoss den Lauf verlassen hat, rufen Beschattungen des ganzen Spaltes hervor; es genügt dies jedoch auch vollkommen, denn für das Studium des Vibrationsfehlers sind nur die Schwingungen von Bedeutung, die bis zum Austritt des Geschosses stattfanden. Daraus, dass die starken transversalen Schwingungen, sowie die kräftigen Rückstossbewegungen erst nach dem Geschossaustritt auftreten, möchte wohl geschlossen werden können, dass die ausströmenden Pulvergase die Ursache dieser kräftigen Schwingungen sein möchten. Gestützt wird diese Vermuthung durch die auf unseren Photographien auftretenden Schlieren, welche zeigen, dass der Austritt der Gase periodisch stattfindet.[2])

Vergleichen wir die bei eingespanntem und bei freier gehaltenem Gewehr erhaltenen Schwingungscurven, wie sie vor dem Geschossaustritt auftreten, so haben sie doch denselben Charakter, trotzdem sie auf den ersten Blick ver-

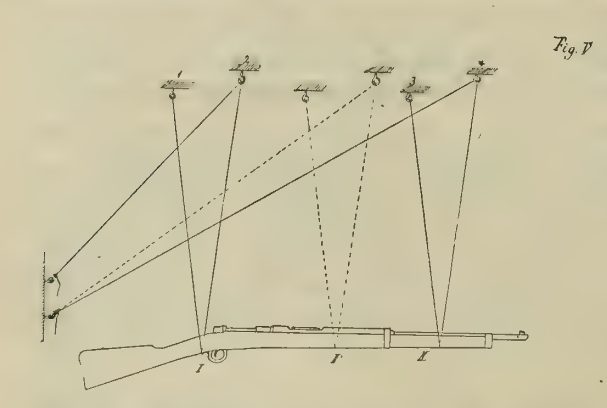
---

[1]) Auf den Tafeln als „künstlicher Schütze“ bezeichnet.

[2]) Vergl. unten, S. 609.

schieden zu sein scheinen; bei beiden haben wir nämlich zuerst eine von uns sogenannte „erste Verbiegung $\alpha\beta$“, wir haben ferner dem Explosionsstoss entsprechend eine Schwingung des zweiten Obertones, während der das Geschoss den Lauf verlässt und eine sich daran unmittelbar anschliessende Schwingung, die dem ersten Oberton zugehört; je nach dem grösseren oder kleineren Caliber findet dieser Geschossaustritt nach dem ersten Viertel (8 mm Cal.), im ersten Viertel (7 mm Cal.) oder vor der Vollendung der ersten Viertelschwingung (6 mm Cal.) des zweiten Obertones statt, entsprechend den drei Abstufungen der Geschwindigkeit des Geschosses an der Mündung, da dasselbe beim kleinsten Caliber und normaler Ladung die grösste Geschwindigkeit, beim grössten Caliber die kleinste Geschwindigkeit besitzt.

Die Vergleichung der Curven bei eingespanntem Gewehr z. B. (Fig. 2 u. 3) für das Gewehr 7 mm Cal. ferner von Fig. 4 u. 5 für das Gewehr 6 mm Cal. mit den entsprechenden Curven Fig. 7 und 8 bei Beschuss mit dem künstlichen Schützen, also bei freierer Haltung des Gewehres zeigt, das die Amplitude der Schwingung des zweiten Obertones, während der das Geschoss austritt, bei eingespanntem Gewehr weniger stark ausgebildet ist, als bei freier gehaltenem. Offenbar vermindert die Einklemmung und damit starre Verbindung des Gewehres mit einer Unterlage von grosser Masse (Betonklotz) die Ausbildung dieser ersten Schwingung. Wenn diese Auffassung die richtige ist, so sollten die Schwingungen des zweiten Obertons, wenn man dem Lauf noch eine grössere Bewegungsfreiheit gestattet, sich noch kräftiger ausbilden. Dies wird bestätigt durch unsere Versuche mit bifilar aufgehängtem Gewehr.



Hierbei waren in vier Oesen an der Decke (vergl. Fig. V) zwei Schnüre I und II befestigt, deren Länge passend regulirt wurde, um das Gewehr in horizontaler Lage zu halten. Der Stützpunkt (II) lag entweder da, wo man bei aufgelegtem Gewehr dasselbe zu unterstützen pflegt (Mitte zwischen den zwei vorderen Gewehrringen), oder er befand sich unter dem Visir (II), also an der Stelle, an welcher die linke Hand des Schützen das Gewehr zu halten pflegt. Bei dieser Aufstellung des Gewehres können sich die zweiten Obertöne frei ausbilden und die Fig. 9 und 10 auf Tafel II zeigen diese in ausserordentlich starker Entwicklung; selbstverständlich erfolgte — um keine

störenden äusseren Kräfte einzuführen — die Lösung des Schusses immer durch elektrische Zündung (vergl. über diese unsere erste Mittheilung d. Abh., Bd. XIX, Seite 772).

Vergleichen wir nun untereinander die Curven, die dasselbe Gewehr bei festerer Einspannung giebt und ebenso mit einander die, welche wir beim Beschuss vermittelst des künstlichen Schützens erhielten, so fällt auf, dass bei festerer Einklemmung die Grösse der Amplitude des für den Vibrationswinkel massgebenden zweiten Obertons variabel ist, dass sie dagegen für dasselbe Gewehr nahezu dieselbe Grösse behält bei jener freieren Haltung im künstlichen Schützen oder in bifilarer Aufhängung.

Es erweist sich damit die Gepflogenheit als begründet, beim Einschiessen eines Gewehres dasselbe nicht fest einzuspannen, sondern den Beschuss vom Sandsack aus vorzunehmen.

Wir sind dann noch weiter gegangen und haben mit dem Gewehr Mod. 71 (11 mm Cal.) Versuche derart angestellt, dass wir mehr und mehr den Lauf von der Verbindung mit dem Schaft befreiten, ja zuletzt den ganzen Schaft entfernten und nur den Lauf allein benutzten. Der Charakter der Schwingungen änderte sich jedoch hierbei in keiner Weise.

Interessant war es und gab uns Aufschluss über die Ursache der auftretenden Schwingungen, wenn wir hierbei ohne Kugel schossen, indem das Pulver nur durch einen ungefetteten Wattepfropfen in der Patronenhülse zusammengehalten wurde; die Auslösung des Funkens erfolgte, mit einer etwas anders construirten Vorrichtung, durch den Wattepfropfen. Wir konnten dann an den photographischen Schwingungscurven eines Punktes in der Nähe der Mündung feststellen, dass die Schwingungen überhaupt erst ungefähr mit dem Austritt des Wattepfropfens beginnen, d. h. dass $\alpha\beta$ und $\beta\gamma$ wegfallen.

Während $\alpha\beta$ als Schlagbolzenschwingung schon in Folge der elektrischen Zündung verschwindet, bleibt hier auch $\beta\gamma$ fort; dies ist ein Beweis für die Richtigkeit unserer Auffassung, dass die Schwingung, zu der $\beta\gamma$ gehört, durch das Einpressen des Geschosses in die Züge hervorgerufen wird.

An dieser Stelle mögen auch kurz die Versuche mit dem Mod. 71 (11 mm Cal.) besprochen werden, die wir angestellt haben, um eine Aufklärung über die merkwürdigen durch die Momentphotographie fixirten Deformationen des Laufes im Moment des Austritts des Geschosses zu erhalten, — dieselben entsprachen, wie aus der Tabelle (l. c. Seite 768) hervorgeht, durchaus nicht einer Deformation wie sie dem ersten Oberton zugehört. — Wir hatten damals das Gewehr fest zwischen Holz und Kupfer in der Aufstellungsvorrichtung B eingeklemmt. Wir haben nun systematisch diese Erscheinung untersucht,

indem wir von der absolut festen Einklemmung am Hülsenkopf allmählich zu freierer übergingen, und fanden hierbei Folgendes. Der Deformation zufolge, die dem ersten Oberton entspricht, hätte der mit „*c*“ bezeichnete Punkt des Laufes (41.5 cm von der Mündung entfernt) im Moment des Schusses eine Elongation nach abwärts besitzen sollen, bei absolut fester Aufstellung befand er sich jedoch 0.155 mm (im Mittel) nach oben verschoben; wir lockerten nun das Gewehr am Hülsenkopf etwas und fanden eine Aufwärtsbewegung von nur noch 0.099 mm; als wir das Gewehr am Hülsenkopf ganz frei liessen — nur in Filz unterstützt — verwandelte sich die Aufwärtsbewegung in eine solche nach abwärts, deren Elongation 0.339 mm betrug. Wir hatten jetzt also einen Deformationszustand, der dem ersten Oberton entsprach. Wir wollen es jedoch dahingestellt sein lassen, ob wir es bei jener starren Einklemmung mit einer zwangsförmigen ganz unregelmässigen Verbiegung des Laufes zu thun haben, oder ob es sich vielleicht um eine einem höheren Oberton entsprechende Deformation gehandelt hat, es lassen sich für die eine wie für die andere Auffassung gewichtige Gründe ins Feld führen; jedenfalls ergiebt sich aus diesen Versuchen, dass die Deformation des Laufes eine andere complicirtere wird, wenn das Gewehr eingeklemmt ist.

Es schien uns ferner interessant, das Gewehr Mod. 71 (11 mm Cal.) noch nachträglich daraufhin zu untersuchen, ob nicht die hie und da von uns constatirten zweiten Obertonschwingungen, möglicherweise bei freier Haltung, regelmässig auftreten möchten. Wir fanden nun in der That, dass auch bei diesem Gewehr, wenn es bifilar aufgehängt ist oder wenn es durch den künstlichen Schützen gehalten wird, neben den Schwingungen des ersten Obertones und diesen überlagert solche des zweiten regelmässig erscheinen (Fig. 18 Tafel IV). Unsere für Mod. 71 erhaltenen Resultate werden jedoch hierdurch nicht geändert, da gleichzeitig mit diesem zweiten Oberton auch der erste und zwar mit viel grösserer Amplitude beginnt, so dass in erster Linie doch nur letztere Schwingung für den Vibrationsfehler massgebend sein wird.

Versuche mit verminderten Ladungen.

Wir haben auch bei diesen kleinkalibrigen, mit rauchschwachem Pulver geladenen Gewehren, wie früher beim Gewehr Mod. 71 (11 mm Cal.) untersucht, welche Erscheinungen auftreten, wenn man die Pulverladung verkleinert. Zu diesen Versuchen benutzten wir das 8 mm Gewehr in der mit B bezeichneten Aufstellung. Wir konnten zunächst im Vergleich mit dem Gewehr Mod. 71 (Schwarzpulver und Weichbleigeschoss) Folgendes feststellen. Während

bei diesem auch noch ganz schwache Ladungen das Geschoss zum Lauf hinaustrieben, hörte dies bei den kleinkalibrigen Gewehren (Blättchenpulver und Mantelgeschoss) schon bei Ladungen auf, die etwas geringer als ein Viertel der normalen Ladung waren; das Geschoss blieb im Lauf stecken. Die Patronen waren hierbei gewöhnlich derart hergestellt, dass auf das Pulver ein Wattepfropfen (gefettet) aufgesetzt war, um dasselbe vor dem Zündhütchen der Patrone zusammenzuhalten und der Dichtigkeit der Ladung die nöthige Grösse zu geben. Traf man diese Vorsichtsmassregel nicht, sondern liess das Pulver im Hohlraum der Patrone frei liegen, so fand der Geschossaustritt mit grosser Verzögerung statt, wie der Abstand α—γ auf Tafel III Fig. 15, 16, 17 dies zeigt. Während wir ferner bei dem Mod. 71 (11 mm Cal.) ein der Abnahme der Schwarzpulverladung entsprechendes Vorrücken des Auslösungsfunkens γ nach rechts hin, also Grösserwerden von α—γ constatiren konnten, schien bei dem kleinkalibrigen Gewehr die Verzögerung eine sehr variable Grösse zu sein, (vergl. die Geschossaustritte Fig. 15 und 16 mit einander). Ferner ist bei diesen stark verminderten Ladungen das gänzliche Fehlen des zweiten Obertons bemerkenswerth; es ist dies wohl dadurch zu erklären, dass höhere Obertöne vorwiegend durch kurze Stösse erzeugt werden und die Kürze des Stosses in unserem Fall hauptsächlich mit der Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses, bei gleicher Lauflänge, ab- und zunimmt.

Wir hatten schon früher (vgl. Seite 772 unserer I. Mittheilung) die Vermuthung ausgesprochen, dass der mit $\alpha\beta$ und als „erste Verbiegung" bezeichnete Theil der Curve eine durch das Vorschnellen des Schlagbolzens eingeleitete Schwingung des Laufes wäre. Dies scheint uns durch unsere Versuche bei den verminderten Ladungen bewiesen zu sein; denn in der That können die vor dem Austritt des Geschosses auftretenden Schwingungen (vgl. Fig. 15, 16, 17) nicht wohl eine andere Ursache haben. Dies wird weiter bestätigt durch die in Fig. 11, 12, 13 gegebenen Curven, die uns die durch das Vorfahren des Schlagbolzens allein hervorgerufenen Schwingungen darstellen. Wie eine Vergleichung mit den Curven bei wirklichem Schuss ergiebt, ist $\alpha\beta$ identisch mit dem Beginn der Schlagbolzenschwingen in Fig. 11, 12, 13.

Bemerkenswerth an diesen Curven, die den Schlagbolzenschwingungen entsprechen, sind die kleinen winzigen Vibrationen, die den Hauptschwingungen überlagert sind und als Schwingungen eines höheren Obertones zu deuten sind; ferner unterscheiden sich die drei Gewehre dadurch von einander, dass beim Cal. 8 mm der erste Oberton, beim Cal. 6 und 7 mm der Grundton prävalirt. Merkwürdiger Weise hat die erste Schwingung, wie der Vergleich mit den

Schwingungen der Stimmgabel ergiebt, eine kürzere Periode als die späteren. Auf eine Discussion und Deutung dieser merkwürdigen Verhältnisse möchten wir an dieser Stelle nicht eingehen.

Resultate:

1. Bei den drei untersuchten kleinkalibrigen, mit rauchschwachem Pulver geladenen Gewehren (8 mm, 7 mm, 6 mm Cal.) treten ausser der Grundtonschwingung noch Schwingungen des I. und II. Obertones auf.

2. Der Austritt des Geschosses findet statt beim Gewehr
   - 6 mm Cal. kurz vor Vollendung der ersten Viertelschwingung des ersten auftretenden zweiten Obertones,
   - 7 mm Cal. ungefähr im ersten Viertel selbst,
   - 8 mm Cal. erst nach Vollendung der ersten Viertelschwingung dieses zweiten Obertones, wenn die erste nach abwärts gerichtete Schwingung des ersten Obertones bereits einsetzt.

3. Die von uns sogenannte erste Verbiegung $\alpha\beta$ ist ein Theil einer Schwingung, die durch den Schlagbolzen hervorgerufen wird.

4. Die Verbiegung $\beta\gamma$ ist ein Theil ($^1/_4$ circa) einer Schwingung des zweiten Obertones, die in ihrer ersten Phase bei allen drei untersuchten Gewehren nach oben gerichtet ist.

5. In der Amplitude dieser für den Vibrationsfehler massgebenden ersten Schwingung des zweiten Obertones ist ein Unterschied vorhanden, je nachdem das Gewehr fest eingespannt ist oder freier (künstlicher Schütze) gehalten wird; bei freierer Haltung sind die Werthe dieser Amplitude allerdings grösser, aber gleichförmiger als bei fester Einspannung.

Anhang.

1. Die Schlierenerscheinungen auf den Photogrammen.

Wir wollen anhangsweise noch für eine Erscheinung eine Erklärung zu geben versuchen, die auf allen unseren Photogrammen (vgl. z. B. Fig. 1—5) der Schwingungscurven auftritt. Man bemerkt nämlich auf denselben parallel zum Spaltbilde helle und dunkle Streifen, die nach dem Austritt des Geschosses erscheinen und periodischen Beschattungen des Spaltes entsprechen. Zu deuten sind diese Beschattungen wohl als Verdichtungswellen der Luft, die am Spalt vorüberziehen und als sogenannte Schlieren wirken; hervorgerufen dürften diese sein durch die aus der Mündung unter hohem Druck ausströmenden Pulvergase, deren Austritt periodisch stattfindet, wie dies durch die Versuche von Mach und Salcher, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien, Math.-naturw. Classe 98 Abth. II, 1889. Mach: Ibidem 106, 1897 und neuerdings von R. Emden, Wied. Ann. Bd. 69, p. 264 ff., 1899, nachgewiesen ist.

Diese auftretenden Luftschwingungen werden sich nach allen Seiten hin fortpganzen, mithin sich auch nach rückwärts über das Spaltbild, das durch die Linse (s. *C* in Fig. VI unserer I. Mittheilung) in der Ebene des Drahtes erzeugt wird, ausbreiten. Wendet man für die Auslösung des Funkens eine andere (unten Seite 610 beschriebene) Vorrichtung an, die in Folge ihrer Form eine Reflexion dieser Verdichtungswellen hervorruft, so findet eine solche Verstärkung dieser Schlieren statt, dass die Schwingungscurven selbst kaum noch auf den Photogrammen sichtbar sind, indem durch auftretende Interferenzen eine allgemeine Trübung auftritt.

2. Die Mündungsgeschwindigkeit des Geschosses.

Wenn man den Auslösungsfunken, der bisher den Geschossaustritt bezeichnete, durch Verringerung der Capacität der Leydener Flaschen-Batterie kleiner macht, so erhält man ein sehr zartes Pünktchen, dessen Lage auf der photographischen Platte sich mit Leichtigkeit auf $^1/_{20}$ der Schwingungsdauer der von uns angewandten *a*-Stimmgabel bestimmen liess; es wird sich also der Moment, in dem die Auslösung stattfindet, — das Geschoss sich also an

einer bestimmten Stelle des Raumes befindet — mit einer Genauigkeit von circa $^1/_{10000}$ Sec. feststellen lassen. Man kann nun folgendermassen verfahren. Aus unseren bisherigen Versuchen kennen wir in Bezug auf die Schwingungsphase eines Punktes an der Mündung den Moment mit grosser Genauigkeit, in dem das Geschoss den Lauf verlässt. Stellen wir nun die Auslösungsvorrichtung des Funkens einige Meter entfernt von der Mündung auf, so wird auf unserer am Spaltbild vorübergezogenen Platte in dem Moment ein Funkenbild erzeugt werden, wenn das Geschoss an dieser einige Meter entfernten Stelle den Funken auslöst; wie erwähnt, lässt sich dieser Moment auf $^1/_{10000}$ Sec. genau feststellen, mithin also auch die Zeit, die verfliesst, zwischen dem Austritt des Geschosses aus der Mündung und dem Passiren der Auslösestelle, deren Entfernung mit hinreichender Präcision zu messen ist; d. h. also die Geschwindigkeit selbst wird sich noch mit einer Genauigkeit von circa 2% ermitteln lassen. Es steht nun nichts im Wege, mit Hülfe einer Stimmgabel von kürzerer Schwingungsdauer und einer vermehrten Geschwindigkeit der Bewegung der photographischen Platte diese Genauigkeit noch zu steigern. Einen Vorzug dieser Methode erblickt man vielleicht darin, dass wir auf diese Weise eine erste Markirungsstelle erhalten, ohne dass das Geschoss nöthig hat, auch hier einen Funken auszulösen, mithin ohne in Bezug auf Geschwindigkeit, Bahn und wohl auch Lage seiner Längsaxe im Raum Aenderungen unterworfen zu sein. Uebrigens soll diese Notiz nur eine vorläufige sein.

Für diese Versuche construirten wir eine etwas andere Auslösungsvorrichtung, die auf grössere Entfernungen sicherer von dem Geschoss getroffen und durchschlagen wird als die bisher (Fig. VIII a unserer ersten Mittheilung) angewandte. Wir befestigten in der Geschossbahn an der gewünschten Stelle in verticaler Lage ein Stück Pappendeckel, das mit Paraffin getränkt war (Fig. VI) A; an den Stellen B und C, in denen das Geschoss G durchschlagen soll, waren zwei Staniolblätter aufgeklebt, die zu den Belegungen der Leydener Flasche führten; diese beiden Staniolblätter entsprechen also den Drähten a und b in Fig. VIII a Seite 762 unserer I. Mittheilung.

Wir wollen als Beispiel zwei derartige Versuche mittheilen, die wir mit dem Gewehr 8 mm Cal. angestellt haben.

1. Der Abstand des Auslösungsfunkens auf der Platte von dem Punkte, welcher dem Austritt des Geschossbodens aus dem Lauf entspricht, $a = 18.2$ mm ($\pm$ 0.1). Eine Stimmgabelschwingung, dargestellt auf der Platte durch die Länge $s = 6.04$ mm ($+$ 0.01), bestimmt aus 10 symmetrisch zu den beiden Auslösungsfunken liegenden Schwingungen der Stimmgabel. Die Dauer

einer Schwingung der Stimmgabel beträgt 0.0023 Sec. Daraus ergiebt sich die Geschwindigkeit für die Strecke von der Mündung bis zur Entfernung 4.5 m = 695 $\frac{\text{m}}{\text{Sec.}}$, vergl. Tafel I Fig. 1.

2. Der Abstand a betrug = 20.8 mm, eine Stimmgabelschwingung s = 6.87 mm. Daraus ergiebt sich die Geschwindigkeit für die gleiche Strecke = 697 $\frac{\text{m}}{\text{Sec.}}$

Untersuchungen darüber, ob das geschilderte Verfahren sich zu einer einfachen, auch praktisch verwendbaren Methode für Messung der Geschossgeschwindigkeit auf kurzer Strecke ausgestalten lässt und über Anwendungen z. B. auf Entscheidung der Frage, ob, wie behauptet wird, die Geschwindigkeit des Geschosses nach dem Austritt aus dem Lauf noch weiter wächst, hoffen wir in Kürze veröffentlichen zu können.

Stuttgart. Physikal. Institut der K. Technischen Hochschule
1899 December 31.



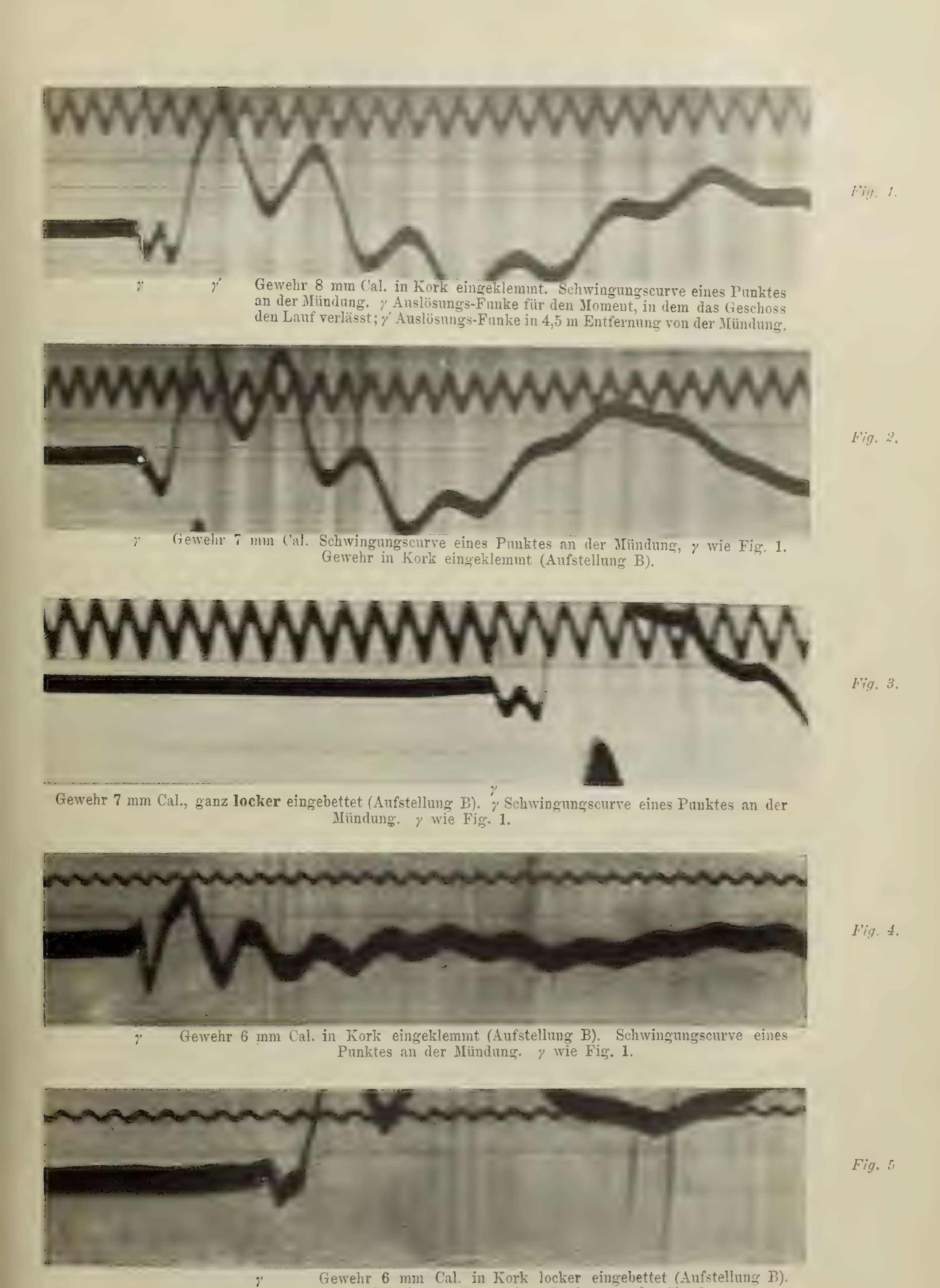


Fig. 1. Gewehr 8 mm Cal. in Kork eingeklemmt. Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung. γ Auslösungs-Funke für den Moment, in dem das Geschoss den Lauf verlässt; γ′ Auslösungs-Funke in 4,5 m Entfernung von der Mündung.

Fig. 2. Gewehr 7 mm Cal. Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung, γ wie Fig. 1. Gewehr in Kork eingeklemmt (Aufstellung B).

Fig. 3. Gewehr 7 mm Cal., ganz **locker** eingebettet (Aufstellung B). γ Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung. γ wie Fig. 1.

Fig. 4. Gewehr 6 mm Cal. in Kork eingeklemmt (Aufstellung B). Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung. γ wie Fig. 1.

Fig. 5 Gewehr 6 mm Cal. in Kork locker eingebettet (Aufstellung B). Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung.





Fig. 6.

Gewehr 8 mm Cal. Kolben stützt sich gegen Filzplatte an fester Wand; am Kolbenhals durch Schnur gehalten; unter dem Visier auf Filzplatte gelagert; γ wie Fig. 1.

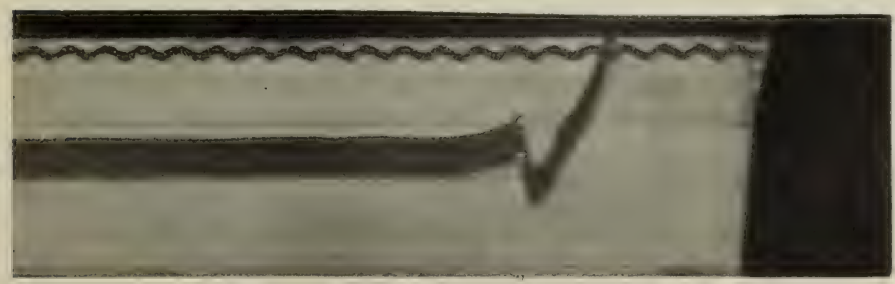


Fig. 7.

Gewehr 7 mm Cal. Haltung des Gewehrs durch künstlichen Schützen, cf. Text p. 603. γ wie Fig. 1.



Fig. 8.

γ Beschattung des Spaltes durch Rücklauf des Gewehres.

Gewehr 6 mm Cal. Wie Fig. 7.

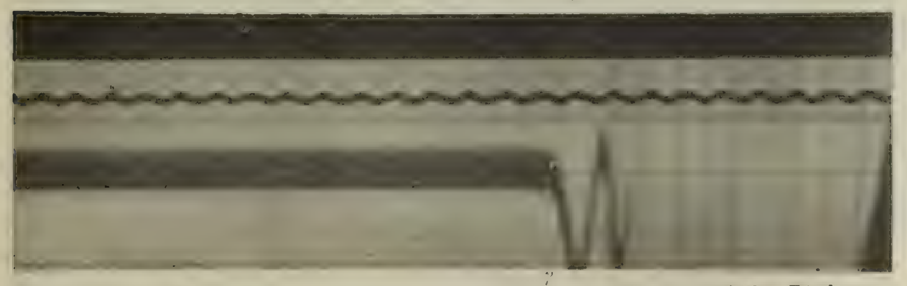


Fig. 9.

Gewehr 8 mm Cal. Bifilare Aufhängung (vergl. Text p. 603). Elektrische Zündung. Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung.



Fig. 10.

Gewehr 6 mm Cal. Bifilare Aufhängung. Elektrische Zündung. Wie Fig. 9.





Fig. 11.

Gewehr 8 mm Cal. Schwingungscurve eines Punktes an der Mündung, durch Vorfahren des Schlagbolzens hervorgerufen.

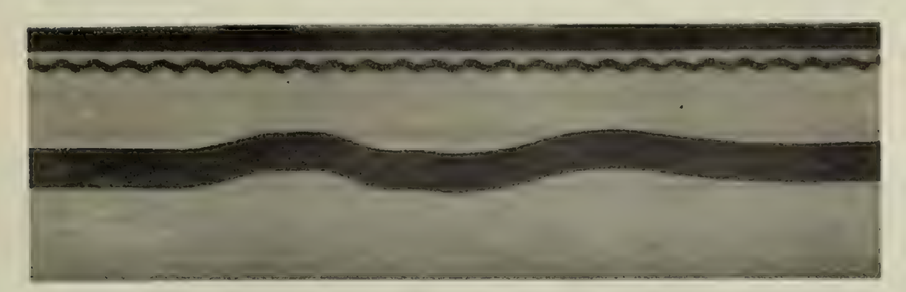


Fig. 12.

Gewehr 7 mm Cal. Wie Fig. 11.

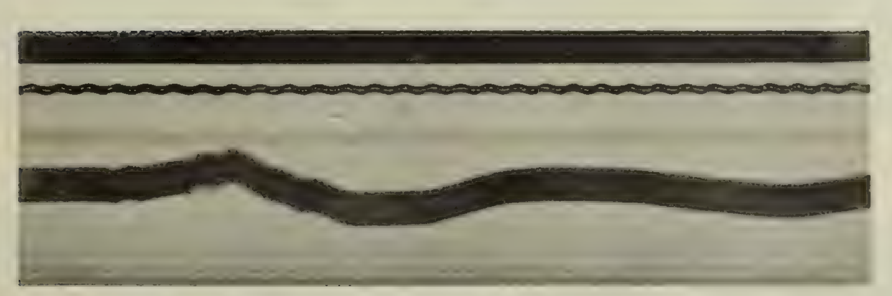


Fig. 13.

Gewehr 6 mm Cal. Wie Fig. 11.



Fig. 14.

Gewehr 7 mm Cal. Rücklaufschwingung.

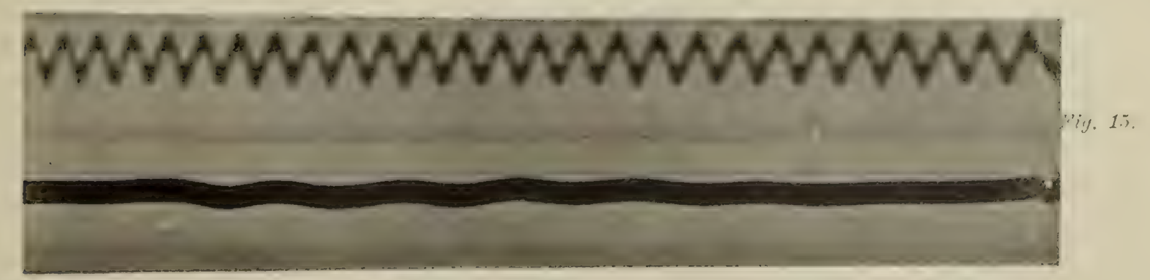


Fig. 15.

α Gewehr 8 mm Cal. Verminderte ($^1/_2$) Ladung. γ Moment, in dem das Geschoss den Lauf verlässt. γ



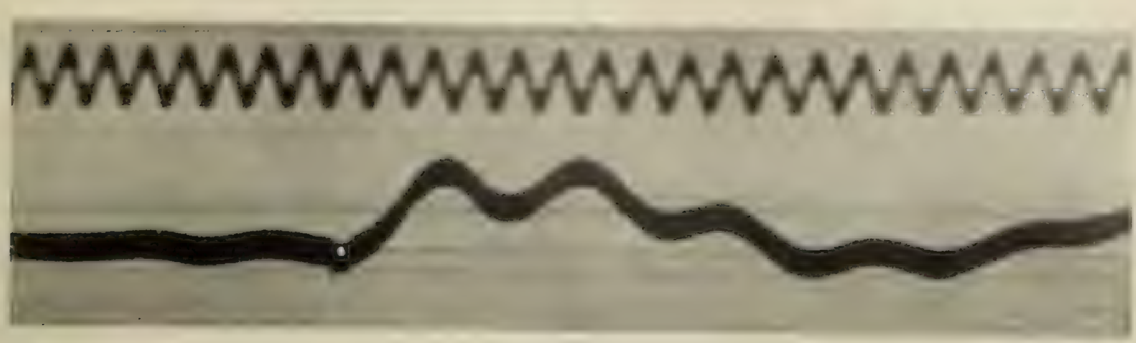


Fig. 16.

α γ Gewehr 8 mm Cal. Wie Fig. 15 (nur α—γ kürzer).

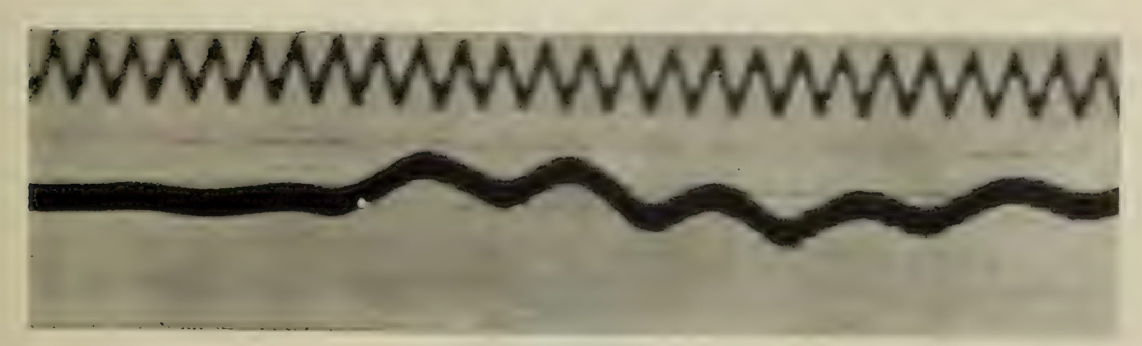


Fig. 17.

α γ Gewehr 8 mm Cal. $^1/_4$ Ladung.



Fig. 18.

γ Beschattung des Spaltes durch Rücklauf.
Gewehr 11 mm Cal. Normale Ladung (cf. Text pag. 606).



Die AUSSEN-NEBEL der PLEJADEN.

Von

Max Wolf.

(Mit 2 Tafeln.)



Die ersten phothographischen Eindrücke von den Aussennebeln der Plejaden erhielt der Unterzeichnete durch einige Aufnahmen, die mit einem Steinheil'schen Aplanaten aufgenommen waren, z. B. durch eine Platte vom 9. Oktober 1890. Besonders erkennbar waren die Spuren auf einer Reihe von Aufnahmen, die wegen des Cometen Wolf im September 1891 aufgenommen wurden. Die daraufhin angefertigte Dauerexposition vom 1. und 6. Oktober 1891 mit 7³/₄ Stunden Belichtung gibt einzelne Partien schon recht kräftig. Seither habe ich zu den verschiedensten Zeiten und mit den verschiedensten Objectiven häufig die Plejaden photographirt; aber nur sehr wenige Aufnahmen sind so gelungen — unser Klima ist leider für solche Arbeiten gar nicht geeignet —, dass man die schwächeren Aussennebel darauf mit Erfolg studiren kann. Schon 1894 hatte ich eine Zeichnung der Aussennebel gemacht und an einzelne Astronomen gesandt; da sie aber im Wesentlichen nur auf einer lang exponirten, im Uebrigen etwas mangelhaften Platte beruhte, so habe ich darauf verzichtet, sie zu publiciren und vielmehr versucht, bessere Aufnahmen herzustellen. Dabei hat mich das Unglück recht verfolgt. Einmal konnte ich lange keine brauchbaren Platten bekommen, und dann vereitelte wieder das Klima jeden Erfolg.

Schliesslich habe ich im Laufe der vielen Jahre drei brauchbare Aufnahmen zusammengebracht, die ich für das Folgende benutzen konnte, um damit eine Darstellung der feinen Nebelgebilde zu versuchen, welche die Plejadengruppe einhüllen.

Die drei Platten sind mit dem Voigtländer'schen Portrait-Objectiv von 159 mm Oeffnung und 807 mm Brennweite aufgenommen.

Die Platte 947 wurde an 4 Abenden gewonnen und zwar folgendermaassen:

1894	November	26.	Belichtung	—	Stunden	36	Minuten
„	December	1.	„	4	„	48	„
„	„	2.	„	4	„	29	„
„	„	3.	„	2	„	—	„

Summe der Belichtung 11 Stunden 53 Minuten.

Die Emulsion war von Lumière in Lyon und war im Januar 1893 bezogen worden, also zur Zeit der Belichtung etwa 2 Jahre alt. Sie arbeitete vorzüglich. Entwickelung mit Rodinal.

Die Platte hat im südöstlichen Quadranten einen schwachen diffusen Lichteindruck, der das Gesammtbild stört und dort keine Helligkeitsschätzungen zulässt. Es ist nicht unmöglich, dass ein Theil des Gegenscheins denselben verursacht hat. Am ersten Abend wurde wegen Wolken geschlossen. Sonst war es stets sehr klar.

Die Platte 1105 wurde an 2 Abenden gewonnen und zwar:

1896 Januar 9. Belichtung 4 Stunden 37 Minuten
" " 10. " 6 " 24 "

Summe der Belichtung 11 Stunden 1 Minute.

Die Emulsion war von Schleussner in Frankfurt-Main im December 1895 bezogen worden, also noch sehr frisch. Die Empfindlichkeit war sehr gross. Leider wird hier das Gesammtbild durch einige Giessstreifen gestört, die in der Rectascensionsrichtung die Platte durchziehen. Die Platte arbeitete sonst sehr klar und war ausgezeichnet. Der Himmel war an beiden Abenden sehr klar.

Die Platte 1333 wurde an einem Abend aufgenommen und zwar:

1898 December 6. Belichtung 4 Stunden 50 Minuten.

Die Emulsion war von Schleussner vom November 1898, also ganz frisch; sie war sehr klar und empfindlich. Diese Aufnahme zeigt die Ueberlegenheit der Höhen-Sternwarte gegen die Ebenen-Sternwarte. Trotz der viel kürzeren Belichtung als 1105, welche noch unten in Heidelberg aufgenommen war, ist doch bei der kurzen Belichtung fast ebensoviel wie dort herausgekommen. Sowohl 1105 als 1333 sind ebenfalls mit Rodinal entwickelt.

Diese drei Platten zeigen auf den ersten Blick die Hauptzüge der Aussennebel und bei genauerem Zusehen und geeigneter Beleuchtung auch die schwächeren Theile.

Sehr vielfach habe ich versucht, durch directe Reproduction, also auf rein photographischem Wege eine genügend deutliche Darstellung der Gebilde zu erzielen, aber vergebens. Das Korn und die Schönheitsfehler der Platten entstellen das Bild viel zu sehr. Besonders das Korn wird bei wiederholter Reproduction, wie sie nöthig ist, um die erforderliche Intensität für eine Veröffentlichung zu erreichen, so übertrieben, dass die Structur der Nebelzüge selbst verloren geht.

Ich war daher gezwungen, einen anderen Weg zu betreten. Ich copirte eine Reproduction (von Platte 947) auf Platin-Entwickelungspapier. So erhielt

ich ein Bild, auf dem die Sterne und die hellsten Nebelzüge schwarz auf weiss abgebildet waren. Das Korn und die Unreinlichkeiten waren wegen der kurzen Belichtung des Papiers noch nicht sichtbar herausgekommen. Dieses Bild wurde dann vorgenommen und die unsichtbar gebliebenen schwächeren Nebel zwischen die helleren Nebel und die Sterne mit dem Wischer und Bleistift hineingezeichnet.

Als Vorlagen dienten dabei die drei genannten Platten bezw. eine grössere Anzahl verstärkter Reproductionen derselben. Alle Aussennebel sind mehr oder weniger von der Hand berührt, die helleren Nebel wurden mit dem Wischer verstärkt, die schwachen sind ganz eingetragen. Das Resultat habe ich dann wieder photographirt und so die Tafel I hergestellt.

Es ist noch zu bemerken, dass die Nebel innerhalb der weiter unten gegebenen Punkte (5) und (7) nicht verstärkt sind, so dass also die Intensität der Innennebel der Plejaden mit der der Aussennebel auf dem Bild nicht vergleichbar ist. Hätte man die Innennebel entsprechend den äusseren verstärken wollen, so würde hier vor Lichtfülle nichts mehr sichtbar geblieben sein.

Die 3 Platten zeigten nun trotz der Uebereinstimmung im Wesentlichen doch beträchtliche Verschiedenheiten im Detail der schwächsten Nebel, besonders in ihrer Intensität. Es musste also beim Zeichnen eine Art Kompromiss geschlossen werden; und ich habe mich redlich bemüht mit möglichster Strenge zu mitteln. Trotz alledem verhehle ich mir nicht, dass besonders in den schwächsten Eindrücken sehr viele Unsicherheiten vorhanden sind. Ich habe an dieser Aufgabe hier sehr lange gearbeitet und schliesslich zögerte ich lange, die Darstellung zu publiciren, weil ich mir der zahlreichen Mängel bewusst war.

Da ich aber höre, dass Barnard eine Skizze der Aussennebel soeben publicirt hat, so möchte ich — noch ohne diese Publication zu kennen — die Arbeit veröffentlichen, da sie doch eben das gibt, was unter diesen abnorm schwierigen Verhältnissen gegeben werden kann.

Ein Blick auf die Tafel I lehrt uns, dass es hauptsächlich zwei hervorstechende Züge von Nebeln sind, die von den Plejaden auszugehen scheinen. Der nördliche Zug, in der Gegend des Sternes Maia seinen verzweigten Ursprung nehmend, zieht zuerst mit mehrfachen Bögen und Brücken nach Norden, biegt nach Osten um und läuft weithin, intensiv leuchtend und im Wesentlichen geradlinig in östlicher Richtung. Dies ist der hellste Theil aller Aussennebel (Himalaya, Karakorum, vgl. Tafel 2). Ein nicht ganz so heller Zug steht im Süden mit der Gruppe des Sternes Merope in Verbindung und reicht von hier weit nach Osten (Alpes). Zwischen diesen beiden Hauptzügen liegt eine Gegend,

in der die Nebel relativ sehr schwach sind (Oceanus magnus), und die im Osten wieder durch eine Verbindung zwischen dem nördlichen und südlichen Zug abgeschlossen wird (Pons Atlantis). Ueberstrahlen im Osten die zwei Hauptzüge alle schwächeren Nebel, die sich nach allen Seiten an sie anreihen, so ist das Aussehen im Westen ein anderes. Dort sind eine grosse Anzahl mehr unter sich gleich heller Ströme vorhanden, deren Zug im Wesentlichen ebenfalls von den Plejaden radial ausgeht, aber doch vielfach verkreuzt und verquert ist, und an den verschiedensten Stellen in einzelnen besonders intensiven kleineren Massen hervortritt. Besonders hier zeigen sich zwischen den verschiedenen Platten sehr verschiedene Intensitätsverhältnisse. Auf zwei Platten sind die Partien zwischen Mons Barnard und Mons Bruce viel schwächer als die äussere Umgebung, so dass man die Gegend dem Oceanus magnus entsprechend, als einen Oceanus bezeichnen könnte, in dem die gezeichneten Gebilde nur relativ schwach hervortreten, so dass man den Eindruck bekommt, die Plejaden lägen in einer Höhle, wie ich es früher in den A. N. beschrieben habe. Dagegen gibt gerade die beste Platte diese Gegenden besonders kräftig. Auf dem Bild habe ich zwischen diesen zwei photographischen Eindrücken zu vermitteln gesucht.

Zu den besonders ausgeprägten Gebilden gehört auch die ziemlich isolirte, ausgedehnte Masse südsüdwestlich von den Plejaden nahe am Rande des Bildes, die aus drei nahe gleichhellen Flecken besteht, welche eine Höhlung umschlissen. Wegen der Analogie mit einem Marsgebilde trägt letztere den Namen: Solis lacus, während die umschliessende Masse Thaumasia heissen mag. Zwischen Thaumasia und den Alpen liegt das im Punkte (8) seine grösste Intensität erreichende, mit den Alpen nahe verknüpfte Gebilde Italia.

Sehr auffallend ist auch die Gegend Scythia, die sich nordwestlich an die Himalaya Montes anschliesst und selbst wieder mit der Regio Americana in Verbindung steht.

Ich will den Leser mit weiterer Beschreibung verschonen, denn das Bild gibt von der Mannigfaltigkeit dieser räthselhaften Gebilde eine bessere Vorstellung als es Worte vermögen.

Der Eindruck des Ganzen ist der einer zusammenhängenden Masse, die wie Rauchwolken bald da bald dort dichter oder dünner geballt erscheint. Das Wesentliche ist das überall wieder nachweisbare Ineinanderübergehen der einzelnen Wolken. Es wird nicht möglich sein, eine aufzufinden, die ganz isolirt steht; und es steht zu erwarten, dass, wenn man lange genug belichten kann, die ganze Fläche mit Nebel erfüllt und jede

Structur verschwunden sein wird, genau so, wie es in kleinerem Maassstabe im centralen Orionnebel auf den photographischen Platten geschieht.

Es ist eben Alles mit Nebel erfüllt, und die Zeichnung wechselt mit der Belichtung oder der Kraft des Instrumentes.

Je näher wir an ein strahlendes Object herantreten, desto weniger kann ja auch das Auge Intensitätsunterschiede auf einer leuchtenden Fläche unterscheiden.

Nach Festlegung der Hauptnebelzüge habe ich mir die Aufgabe gestellt, in irgend einer Weise die gegenseitige Helligkeit der auffallendsten Partien festzulegen. War aber schon die Darstellung der Hauptnebelzüge schwierig, so traten dieser Aufgabe noch grösssere Hindernisse entgegen.

Vor Allem wurden nur solche Partien ausgewählt, die ganz unzweifelhaft der Form nach auf allen Platten gleich waren. Diese Gegenden wurden auf einem Abdruck bezeichnet und dann jede Gegend mit möglichst vielen der anderen Gegenden verglichen, ob sie heller oder schwächer als diese erschien. Da die Helligkeitsunterschiede in diesen schwachen Gebilden sehr gering sind, so musste erst die nöthige Uebung erworben werden, um einigermaassen sichere Resultate zu erlangen. Leider besass ich noch keinen Apparat, um den Schätzungen grössere Genauigkeit zu verleihen, und da die Distanzen der zu vergleichenden Objecte gross sind, so war auch die Unsicherheit naturgemäss eine grössere. Es wurden für die Helligkeitsvergleichungen nur die oben beschriebenen drei Platten 947, 1105 und 1333 benutzt, beziehungsweise verschiedene Verstärkungen von ihnen.

Die Zahl der ausgewählten Punkte beträgt 28. Wie gesagt, wurden nur ganz sicher festgestellte Objecte genommen und zwar solche, die möglichst verschiedene Intensitäten zur Darstellung brachten.

Die Punkte sind auf dem folgenden Plan (Tafel II) mit den Nummern 1—28 eingezeichnet. Die Coordinaten wurden der BD-Karte entnommen und finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt; desgleichen findet sich hier der Name des Objectes oder der Gegend, in welcher das Object zu suchen ist.

Coordinaten der Objecte für 1855.0.

	α	δ	Region
	h m		
Object Nr. 1	3 32.8	$+23^{\circ}$ 34′	Mons Lindemann
2	41.3	25 2	Himalaya montes
3	48.2	24 43	Karakorum montes
4	41.0	24 22	Delta regio
5	38.1	23 6	Montes Meropes

	α	δ	Region
	h m		
Object Nr. 6	3 45.0	+ 22° 41′	Alpes montes
7	38.8	24 18	Montes trigemini
8	42.0	21 40	Italia
9	34.9	22 32	Montes Meropes
10	34.0	21 32	Thaumasia
11	31.9	21 32	Thaumasia
12	33.0	21 1	Thaumasia
13	26.5	21 55	Mons Bessel
14	25.0	23 12	Regio tropica
15	26.3	24 18	Regio tropica
16	30.8	24 20	Mons Henry
17	31.6	24 47	Mons Barnard
18	25.5	26 1	Montes Californiae
19	36.0	26 1	Scythia
20	37.7	25 19	Himalaya montes
21	45.0	23 54	Oceanus magnus
22	50.4	24 12	Pons Atlantis
23	52.7	22 58	Gallia
24	50.3	22 20	Gallia
25	39.9	22 42	Alpes montes
26	43.4	25 22	Himalaya montes
27	47.2	25 23	Regio Indica
28	29.1	23 0	Mons Bruce

Die Helligkeitsschätzungen auf Platte 947 aus dem Jahre 1894 ergaben folgende Resultate:

Object Nr. 1	1 > 9, 1 > 23
2	2 > 1, 2 > 3, 2 > 26
3	3 > 4, 3 > 1, 3 > 26, 3 > 20
4	4 > 20, 4 > 1, 4 > 9
5	5 > 7, 5 > 2
6	— [1]
7	7 > 2, 7 > 26
8	8 > 6 — [1]
9	9 > 25, 9 > 27, 9 > 10, 9 > 11
10	10 > 12, 10 = 9, 10 = 9, 10 > 18, 10 > 27, 10 > 28
11	11 > 10, 11 > 13, 11 > 27, 11 = 22
12	12 = 9, 12 > 27
13	13 > 28, 13 > 14, 13 > 17
14	14 > 15
15	15 = 16, 15 > 21
16	16 > 14, 16 > 21

[1]) 6, 8 und 24 liegen in dem Anfangs beschriebenen Schein und sind nicht schätzbar.

Object Nr.	
17	17 > 21, 17 > 15, 17 > 16
18	18 > 19, 18 > 16, 18 > 15, 18 > 21, 18 > 17
19	19 > 15, 19 = 16, 19 = 17
20	20 > 9, 20 > 25, 20 > 1
21	21 < 15
22	22 > 28, 22 > 10, 22 > 12, 22 > 13
23	23 > 10
24	— [1]
25	25 > 9
26	26 > 1
27	27 = 28, 27 > 13, 27 > 19
28	28 > 17, 28 > 15, 28 > 21

Bildet man hieraus eine Reihe, in der die verschiedenen Objecte nach ihrer Helligkeit geordnet stehen, so ergibt sich:

5, 7, 2, 3, 26, 4, 20, 1, 9, 25, 23, 11, 22, 10, 12, 27, 13, 28, 18,
19, 17, 16, 14, 15, 21.

Es wurde nun die Helligkeit zwischen den hellsten in Betracht kommenden Theilen (die innersten Nebel sind von dieser Untersuchung ausgeschlossen), und den schwächsten wahrnehmbaren Nebeleindrücken in 10 Classen getheilt und die verschiedenen Gegenden darnach eingeschätzt. Wegen der Schwierigkeit dieser Vergleichung, die anderer Art ist als die Vergleichung von Sternhelligkeiten, sind keine Zehntel geschätzt, sondern nur Ganze genommen. Es fand sich für die Platte 947:

Nr.	haben Helligkeit
5, 7	1
2	2
3, 26	3
4, 20, 1	4
9, 25, 23, 11, 22, 10, 12	5
27, 13, 28	6
18, 19	7
17, 16	8
14, 15, 21	9

Die schwächsten eben sichtbaren Nebel sind in der Classe 10 gedacht.

Die Schätzung wurde so vorgenommen, dass einmal von den schwächsten, das andere Mal von den hellsten Objecten ausgegangen wurde.

Ganz analog wurde mit Platte 1105 (Jahr 1896) verfahren. Dort erhielt ich folgende Schätzungen (stets unter Weglassung der mehrfach gleich ausgefallenen Schätzungen):

---

[1] 6, 8 und 24 liegen in dem Anfangs beschriebenen Schein und sind nicht schätzbar.

Object Nr.	
1	1 > 26, 1 > 3, 1 > 4
2	2 > 1, 2 > 26, 2 > 4
3	3 > 20, 3 > 10, 3 > 17
4	4 > 3, 4 > 20, 4 > 9, 4 > 14
5	5 > 7, 5 > 2
6	6 > 17, 6 > 10, 6 > 15, 6 > 19, 6 > 11
7	7 > 2, 7 > 26
8	8 > 15, 8 > 28, 8 > 18
9	9 > 11, 9 > 25
10	10 > 8, 10 > 11, 10 > 16
11	11 > 18, 11 = 18, 11 > 8, 11 > 16
12	12 > 13, 12 = 13, 12 > 21
13	13 > 19
14	14 > 21, 14 > 15
15	15 > 22, 15 > 23
16	16 > 28, 16 > 17
17	17 = 14, 17 > 14, 17 > 18
18	18 > 27, 18 > 28
19	19 = 22
20	20 = 4, 4 > 20, 20 > 6, 20 > 9
21	21 > 19, 21 > 13, 21 > 22
22	22 > 19, 22 > 13
23	23 > 12, 23 > 27
24	— [1]
25	25 > 16, 25 = 16, 25 ≧ 16
26	26 > 4, 26 > 9, 26 $\overline{>}$ 14, 26 > 16
27	27 > 19, 27 = 19, 27 > 13
28	28 > 23, 28 > 27, 28 > 15, 28 > 14

Hieraus ergibt sich die folgende Reihenfolge für die Helligkeiten:

5, 7, 2, 1, 26, 4, 3, 20, 9, 25, 6, 10, 11, 16, 17, 8, 18, 28, 14, 15, 23, 27, 12, 21, 22, 13, 19.

Durch Stufenschätzung ergaben sich damit auf der Platte die folgenden Helligkeiten:

Nr.	haben die Helligkeit
5, 7	1
2	2
1, 26, 4	3
3, 20, 9	4
25, 6, 10, 11, 16, 17	5
8, 18, 28, 14, 15	6
23, 27, 12, 21, 22, 13, 19	8

Stufe 7 und 9 kommen auf dieser Platte nicht vor. Man sieht, dass einige Objecte mit ziemlich veränderter Helligkeit gekommen sind, verglichen mit der Platte 947.

---

[1]) Eine Giessschliere läuft über 24.

Die Platte Nr. 1333 aus dem Jahre 1898 ergab folgende Helligkeitsvergleichungen:

Object Nr.	
1	1 > 10, 1 > 26
2	2 > 1
3	3 > 22, 3 > 27, 3 > 6, 3 > 8, 3 > 16, 3 > 17,...
4	4 > 24, 4 > 8, 4 = 26, 4 > 14, 4 > 3, 4 > 20,...
5	5 > 1, 5 > 7, 5 > 2,....
6	6 > 22, 6 > 27, 6 > 21, 6 > 24, 6 > 12, 6 > 8,....
7	7 > 2,....
8	8 > 6, 8 = 6
9	9 > 12, 9 > 15, 9 > 27, 9 > 22, 9 > 17
10	10 > 9, 10 > 12, 10 = 11, 10 > 9, 10 > 15, 10 = 6,.....
11	11 = 10, 11 > 10, 11 > 9, 11 > 15, 11 > 12, 11 > 8, 11 > 21
12	12 > 15, 12 > 21, 12 > 14
13	13 > 14, 13 = 14, 13 > 15,....
14	14 > 15, 14 > 18, 14 > 21, 14 > 16
15	15 > 12, 15 > 18, 15 > 21
16	16 > 21, 16 > 19
17	17 > 16, 17 > 21, 17 > 15
18	18 > 15, 18 > 21, 18 = 15
19	19 > 18 [1])
20	20 > 19, 20 > 16, 20 > 3, 20 > 23, 20 > 24
21	21 < 14, 21 < 16, 21 < 18
22	22 > 21, 22 > 16, 22 = 27, 22 > 17, 22 > 27
23	23 = 24, 23 > 24, 23 = 10 [2])
24	24 > 25, 24 > 23, 24 > 13, 24 > 22, 24 > 10,.......
25	25 > 12, 25 > 9, 25 > 12
26	26 > 14, 26 > 17, 26 > 28, 26 > 25, 26 = 11, 26 > 4, 26 > 3,....
27	27 > 21, 27 = 28, 27 > 14, 27 > 22,.....
28	28 > 13, 28 > 15, 28 > 18, 28 > 22, 28 > 17,....

Hieraus folgt die Reihe der Helligkeiten:

5, 7, 2, 1, 26, 4, 20, 3, 24, 23, 11, 10, 8, 6, 25, 9, 12, 27, 28, 22,
17, 13, 14, 15, 16, 19, 18, 21.

---

[1]) Unsicher wegen einer Giess-Schliere.

[2]) Sehr schwierig.

Die Stufenschätzung auf der Platte 1333 gab das folgende Resultat:

Object Nr.		
Object Nr.	5 hat die Helligkeit	1
	7, 2	2
	1	3
	26, 4, 20, 3	4
	24	5
	23, 11, 10, 8, 6, 25, 9, 12	6
	27, 28, 22	7
	17, 13, 14	8
	15, 16, 19, 18, 21	9

Es fanden sich also auch hier wieder Abweichungen, die beträchtlicher sind, als man nach der Unsicherheit der Einschätzung noch erwarten sollte.

Um eine übersichtliche Vergleichung der Helligkeitsverhältnisse in diesen Nebelgegenden zu ermöglichen, stelle ich in der folgenden Tafel die Schätzungen der drei Platten nach den Nummern geordnet neben einander. Bei der geringen Genauigkeit wäre es unpassend beim Mittelnehmen Zehntel einzuführen.

Nr. des Objectes	Rel. Helligkeiten			Mittel
	1894	1896	1898	
1	4	3	3	3
2	2	2	2	2
3	3	4	4	4
4	4	3	4	4
5	1	1	1	1
6	—	5	6	6
7	1	1	2	1
8	—	6	6	6
9	5	4	6	5
10	5	5	6	5
11	5	5	6	5
12	5	8	6	6
13	6	8	8	7
14	9	6	8	8
15	9	6	9	8
16	8	5	9	7
17	8	5	8	7
18	7	6	9	7
19	7	8	9	8
20	4	4	4	4

Nr. des Objectes	Rel. Helligkeiten			Mittel
	1894	1896	1898	
21	9	8	9	9
22	5	8	7	7
23	5	8	6	6
24	—	—	5	5
25	5	5	6	5
26	3	3	4	3
27	6	8	7	7
28	6	6	7	6

Die Tabelle zeigt, dass thatsächlich auf den 3 Platten grössere Helligkeits-Schwankungen vorhanden sind, als man der Unsicherheit der schwierigen Schätzung zuschreiben darf. So zeigen die Gegenden

9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 27

beträchtliche Schwankungen. In der That bestätigt die nachträgliche Untersuchung der Platten die Realität der Beobachtung. Besonders die Gegenden:

13, 14, 15, 16, 17, 18

welche zusammen eine ganze Region bilden, sind auf der Platte des Jahres 1896 ganz abnorm hell herausgekommen gegenüber den andern Gegenden.

Es fragt sich, ob hier wirklich Schwankungen in der Helligkeit der Nebelmaterie vorgekommen sind. Trotz eingehender Prüfung auf den Platten liess sich das nicht entscheiden. Ich neige zu der Ansicht hin, dass lokale Empfindlichkeitsdifferenzen der Emulsion die Erscheinung verursacht haben.

Etwas günstiger liegt die Sache mit der Gegend (12). Dieselbe liegt so nahe bei (10) und (11) und die Helligkeitsunterschiede sind so gut abgepasst, dass hier eher auf eine Veränderlichkeit geschlossen werden kann. Aus der obigen Tabelle ist sie aber nicht richtig erkennbar, weil für die gewählte Skala die Unterschiede zu gering sind.

Dagegen geben die weiter oben angegebenen Helligkeitsfolgen für

$$1894 : 11 > 10 > 12$$
$$1896 : 10 > 11 > 12$$
$$1898 : 11 > 10 > 12$$

und ein Blick auf die Platten zeigt, dass 1896 die Gegend (11) schwächer war, als 1894 und 1898.

Jedenfalls lässt sich aber sagen, dass wenn Helligkeitsänderungen vorgekommen sind, dieselben gering waren. Immerhin scheinen sie hier mit Sicherheit nachweisbar zu sein.

Auch die Veränderung der Gruppe (13) bis (18) ist nicht widerlegt, und es bleibt hier den zukünftigen Aufnahmen vorbehalten, vielleicht unter günstigeren Bedingungen, die Entscheidung zu erbringen. Nach den Untersuchungen Holdens sind ja auch im Orionnebel solche Helligkeitsänderungen einzelner Partien sehr wahrscheinlich geworden.

Was die absolute Intensität der Plejadennebel betrifft, so ist es nicht leicht, vergleichbare bekannte Intensitäten aufzufinden. Immerhin bin ich in der Lage einige Anhaltspunkte zu geben.

Die hellsten Theile der Plejadennebel, z. B. der intensive Fleck, welcher südwestlich an dem Stern Merope hängt, sind bedeutend schwächer als die hellsten Theile des grossen Orion-Nebels. Andererseits ist der Merope-Nebel wieder viel kräftiger als die schwächeren Theile des Orion-Nebels.

Ich besitze eine Platte des Orion-Nebels, die mit derselben Emulsion und fast derselben Belichtung aufgenommen ist, als die Plejadenplatte Nr. 1333. Darauf sind die folgenden drei Punkte des Orion-Nebels mit drei Punkten der Plejaden-Nebel verglichen worden:

α	δ	
$5^h\,29^m.7$	$-5^0\,30'$	gleich hell mit (2) der Plejaden-Nebel
5 28.7	$-6\quad 0$	„ „ „ (5) „ „ „
5 27.6	$-4\quad 54$	„ „ „ dem hellsten Theil des Merope-Nebels.

Ich bemerke aber, dass es schwer fällt, im Orion-Nebel eine dem Merope-Nebel entsprechende Intensität zu finden.

Eine Vergleichung der Plejaden-Nebel mit dem grossen America-Nebel, den ich 1890 aufgefunden habe, konnte ebenfalls gemacht werden. Die betreffenden Platten entstammen wieder der nämlichen Emulsion und sind nahezu gleich belichtet. Es sind die Nummern 947 und 1074. Hier fand sich:

α	δ	
$20^h\,52^m.2$	$+44^0\,22'$	fast so hell als der hellste Theil des Merope-Nebels
20 56.1	$+43\quad 19$	gleich hell mit (5) der Plejaden-Nebel
20 46.8	$+43\quad 20$	„ „ „ (2) „ „ „

Endlich mag noch ein drittes Maass für die Helligkeit der Nebel angegeben werden. Es wurden mit derselben Emulsion, mit der die Plejadenplatte 1333 aufgenommen ist, des Oefteren Aufnahmen des nächtlichen Himmelsgrundes bei Mondschein gemacht.

Es ergab sich, dass die Plejadengegend (5) der Platte 1333 gleich hell war mit einem Punkt des Himmels, der am 28. Januar 1899 im selben Vertical 56.5° Abstand vom Mond hatte. Die Mondhöhe war hierbei 28.5° und die Belichtung betrug 3 Minuten.

Der Himmelsgrund würde in diesem Fall daher 97 oder sagen wir rund

100 mal

so hell sein, als die Gegend (5) der Plejaden-Nebel.

Ferner zeigte sich am selben Tage, dass die Gegend (2) der Plejaden-Nebel 100 mal schwächer war als die Gegend des vom Mond beleuchteten Himmelsgrundes, welche 67.4° im Vertical vom Mond abstand.[1])

Beidemale betrug das Mondalter 16,9 Tage.

Diese Vergleiche sollen selbstverständlich nur ein genähertes Maass für die Helligkeit der Nebel geben. Ein genaueres Maas war jetzt noch schwierig anzugeben, ebenso wie auch die Schätzung der gegenseitigen Helligkeiten der einzelnen Theile der Plejaden-Nebel keinen Anspruch auf grosse Genauigkeit machen konnte.

Aber bei der Schwierigkeit der Untersuchung darf man es vielleicht schon als ein annehmbares Resultat ansehen, dass die Hauptmassen der merkwürdigen Nebelwelt festgestellt und eine soweit als möglich getreue Darstellung der Helligkeitsverhältnisse derselben erzielt werden konnte.

Gr. Astrophys. Observatorium Heidelberg, April 1900.

---

[1]) Im ersten Fall war: Mond: $h = 28.5^0$, $A = -62.9^0$, Himmel $h = 85.0^0$, $A = -61.6^0$
im zweiten Fall war: „ 30.8 — 59.1 „ 81.8 + 119.0.

Die Aussen-Nebel der Plejaden.

Lichtdruck von J. Baeckmann, Karlsruhe.





Die Aussen-Nebel der Plejaden.

Lichtdruck von J. Baeckmann, Karlsruhe.

Ueber

Altperuanische Schädel

von Ancon und Pachacamác

gesammelt von

I. K. H. Prinzessin Therese von Bayern.

Von

Johannes Ranke.



1.

Die im Folgenden zu beschreibenden 33 (resp. 34) altperuanischen Schädel wurden im Jahre 1898 von Ihrer Königlichen Hoheit Prinzessin Therese von Bayern auf dem altberühmten Todtenfeld von Ancon und in den Ruinen von Pachacamác persönlich gesammelt und der anthropologisch-prähistorischen Sammlung des Staates zur Untersuchung und Bewahrung übergeben. Es sei gestattet, an dieser Stelle für das wissenschaftlich wichtige Geschenk im Namen der Staatssammlung und der craniologischen Forschung den Dank auszusprechen.

Man muss die Schwierigkeiten kennen, welche dem Sammeln von Menschenschädeln allein schon entgegen stehen durch den voluminösen Umfang der Objecte, um den hohen Werth dieser Bereicherung des anthropologischen Studienmateriales schätzen zu können. Die religiöse und abergläubische Scheu und Abneigung der das Sammeln beobachtenden Bevölkerung und der bei dem Graben beschäftigten Arbeiter, welche anderwärts Hauptschwierigkeiten der Aufsammlung von Schädeln bilden, kam bei den betreffenden beiden Fundstellen weniger in Betracht: „Bei Ancon ist die Bevölkerung halbcivilisirt, christlich, und findet, dass die Schädel, als von Heiden stammend, keine besondere Pietät verdienen. In Pachacamác, welches, einige elende, abseits gelegene Fischerhütten abgerechnet, völlig einsam liegt, kann man sammeln, ohne Einsprache befürchten zu müssen. An letzterem Ort lag eine besondere Schwierigkeit des Sammelns darin, dass man die Schädel auf vielstündigem Ritt auf den eigenen Reitthieren in primitiven Satteltaschen transportiren musste."

Die Aufsammlung dieser Schädel erfolgte nach dem Gesichtspunkte, dass womöglich alle an den beiden in der Umgegend von Lima gelegenen, altperuanischen Gräberstätten sich findenden Schädelformen vertreten sein sollten. So wurden zwei in sich geschlossene Parallelreihen von Schädeln verschiedener Form gewonnen, welche einen möglichst vollkommenen Ueberblick geben über die individuellen Variationen innerhalb dieser Gruppen, der überwiegenden Mehrzahl nach „künstlich" deformirter Schädel und es damit ermöglichen, etwas tiefer in das Wesen der wunderlichen, in ihrem Grund und Ursprung noch unerklärten, scheinbar grausamen Sitte der „künstlichen" Schädelumformung bei den Alt-Peruanern einzudringen.

Herr N. Rüdinger hat in der Abhandlung: „Ueber künstlich deformirte Schädel und Gehirne von Südsee-Insulanern“ (Neue Hebriden), auch zwei stark deformirte Schädel aus dem Todtenfelde von Ancon besprochen.[1]) Herr R. Virchow[2]) hat über die Schädel dieses Todtenfeldes, aber auch über solche aus Pachacamác, umfassende Untersuchungen veröffentlicht, wobei er die gesammte ältere Literatur verwerthet und namhaft gemacht hat. Es bleiben im Folgenden nur noch einige wenige neuere Mittheilungen zu citiren.

Die älteren Forscher haben für die altperuanische Schädeldeformation zwei Hauptformen angenommen: eine vorwiegend frontal-occipitale, den Schädel verkürzende, und eine den Schädel verlängernde, die erstere künstliche Brachycephalie die zweite künstliche Dolichocephalie hervorbringend. Nach den Untersuchungen des Herrn Tschudi und R. Virchow[3]) ergibt sich, dass diese beiden Hauptformen der altperuanischen Deformation in sehr verschiedener Häufigkeit in den einzelnen Territorien vorgekommen sind, die künstlich verkürzte Form war längs der Küste vorzugsweise verbreitet, während im Hochlande die künstlich verlängerte Form vorherrschte oder doch wenigstens häufiger war.

Eine eingehendere Formanalyse verdankt die Craniologie Herrn R. Virchow. Er beschreibt in seinen Crania ethnica Americana folgende Hauptformen der Schädeldeformation.

I. *Künstliche Kurzköpfe, Brachycephali artificiales,* vier verschiedene Formen.

1. Die rein occipitale Deformation, Abflachung des Hinterkopfes und dadurch Verkürzung des Schädels. „Die gewöhnliche Form von Ancon, sagt Herr R. Virchow, findet in der brachycephalen Abplattung des Hinterkopfes ihre Erklärung.“ Die Abflachung betrifft manchmal fast die ganze Oberschuppe des Hinterhauptbeins oder wenigstens einen grossen Theil derselben, öfter ist aber nur die Spitze der Schuppe (der Lambdawinkel) abgeplattet, dann greift die Abplattungsfläche auch auf die benachbarten Partien der Scheitelbeine über, welche manchmal fast ausschliesslich betroffen sind.

2. Die rein frontale Deformation, Abflachung der Stirn und dadurch Verkürzung des Schädels. Anstatt der normalen Wölbung des Stirnbeins erscheint das letztere über den Augenbrauenbogen abgeflacht, in extremen Fällen sind auch die Stirnhöcker abgeplattet. Diese Form ist weit seltener als die erste und dritte.

3. Occipital-frontale Deformation, gleichzeitige Abplattung des Hinterhaupts und der Stirn und dadurch Verkürzung des Schädels. Hier ergeben sich zwei resp. drei Unterformen.

a) Künstliche Hochköpfe, Thurmköpfe (Hypsicephali artificiales). Durch den Druck von vorn und hinten in occipital-frontaler Richtung erscheint der Schädel verkürzt und verbreitert durch Hervorbuchtung der Schläfengegend, und die Scheitelgegend ist mehr oder weniger thurmartig in die Höhe gepresst.

---

[1]) N. Rüdinger, Abhandl. der k. bayer. Akad. d. Wiss., II. Cl., XVI. Bd. München 1887.

[2]) R. Virchow, Das Todtenfeld von Ancon in Peru von W. Reiss und A. Stübel. XIV. Schädel (Taf. 108—116).

Derselbe, Crania ethnica Americana. Sammlung auserlesener, amerikanischer Schädeltypen. Mit 26 Tafeln und 29 Textillustrationen. Gross Folio. Berlin, Ascher & Co., 1892. Hier die ältere Literatur.

[3]) R. Virchow, Crania ethnica Americana. S. 14.

b) Künstliche Hochköpfe, Zuckerhutköpfe, Oxycephali artificiales R. Virchow, s. unten.

c) Künstliche (brachycephale) Flachköpfe, Chamaecephali (brachycephali) artificiales. Die Schädel erscheinen durch Druck in occipital-frontaler Richtung (wie a) verkürzt und verbreitert, ausserdem aber noch durch einen annähernd senkrecht nach unten wirkenden Druck auf den Scheitel erniedrigt. Solche Schädel sind unter den heutigen Indianerstämmen, namentlich der Nordwestküste, verbreitet und unter dem Namen: Flachköpfe, Flatheads, bekannt und beschrieben.

II. *Künstliche Langköpfe, Dolichocephali artificiales,* Langköpfe, Longheads. Nur eine Hauptform. Diese Schädel besitzen eine künstliche cylindrische Form, der Hinterkopf ist nach hinten hervorgewölbt.

Diese Form erscheint den künstlichen Langschädeln der Neuen Hebriden sehr ähnlich, im Einzelnen ergeben sich aber doch Abweichungen in Folge etwas verschiedener Deformirungsmethoden. Auch diese künstlichen Langköpfe sind chamaecephal, aber diese niedrigen Longheads unterscheiden sich von den Flatheads nicht nur durch künstliche Brachycephalie und Dolichocephalie, sondern dem Longheads fehlen die für die Flatheads charakteristischen Druckflächen auf dem Scheitel; bei jenen ist das Schädeldach nicht so wohl für sich abgeflacht als im Zusammenhang mit der allgemeinen künstlichen Cylinderform des Hirnschädels erniedrigt, so dass ihre Gesammtform extrem gesteigerter Dolichocephalie entspricht.

Zu diesen Formen kommt noch die oben als I 3 b erwähnte Zuckerhutform, die künstliche Oxycephalie, sie ist unter den hier zur Untersuchung vorliegenden Alt-Peruanerschädeln nicht vertreten, während sich unter ihnen die anderen genannten Formen alle nachweisen lassen.

Die Zuckerhutform ist zwar mit künstlicher Brachycephalie verbunden, erscheint aber der künstlichen Dolichocephalie insofern verwandt, als der Hirnschädel — wenn auch nicht cylindrisch von vorn nach hinten — so doch gerundet conisch nach oben in der Scheitelpartie verlängert resp. erhöht ist.

Diese Formverwandtschaft beruht auf der Aehnlichkeit der Deformirungsmethoden. Nach der im Wesentlichen richtigen Erklärung der bisherigen Forscher entstehen sowohl die künstlichen Dolichocephalen wie die künstlichen Oxycephalen durch Beeinflussung des kindlichen noch formbaren Schädels durch „Druckbinden". Die cylindrische Form der künstlichen Dolichocephalie kann durch kreisförmig von vorn nach hinten vorschreitende Umschnürung entstanden gedacht werden, wobei das Hinterhaupt durch den so gut wie vollkommen incompressiblen Schädelinhalt nach hinten getrieben und vorgebuchtet wird. Denkt man sich solche „Druckbinden", von Stirn und Nacken ausgehend und gegen den Scheitel zu fortschreitend, mit Umfassung des Hinterkopfes angelegt, so entsteht unter Zusammenpressung von Stirn und Hinterhaupt und gleichzeitiger Hervorbuchtung der Scheitelgegend die Zuckerhutform. Die vordere Hälfte der Scheitelwölbung wird dabei in die Höhe gedrängt, die Stirn ohne eigentliche Abplattung steil in die Höhe gerichtet. Deutliche Furchen durch die „Druckbinden" erzeugt, zeigen noch deren Lage.[1]) So ist es verständlich, dass künstliche Dolichocephalie und künstliche Oxycephalie gelegentlich ineinander übergreifen können.

---

[1]) R. Virchow, Crania ethnica Americana. S. 12.

Die übrigen oben beschriebenen Formen der „künstlich" deformirten Schädel entstehen nach der bisher geltenden Annahme nicht durch „Druckbinden", sondern durch „Druckplatten" resp. eigentliche „Druckmaschinen" oder „Druckapparate"[1]) unter deren Einwirkung der kindlich formbare Schädel längere Zeit gehalten wird. Niemand zweifelte bisher daran, dass diese Kopfumformung „absichtlich", „künstlich" zu einem bestimmten Zwecke, zur Erreichung einer bestimmten, vielleicht durch die Mode dictirten Kopfform von den Alt-Peruanern geübt wurde und zum Theil noch von modernen Indianerstämmen geübt wird.

Herr Rüdinger bildet in seiner Abhandlung: „Ueber die willkürlichen Verunstaltungen des menschlichen Körpers", ein neugeborenes Kind ab, eingeschnürt in einer solchen „Druckmaschine", wodurch die Entstehung einer frontalen Abplattung und Verlängerung des Hinterkopfes demonstrirt wird.[2]) In einer zweiten Figur ist ein erwachsener Peruaner abgebildet, welchem durch Zirkelbinden zwei kleine Bretter, das eine an die Stirne, das andere an den Hinterkopf, beide nach oben gegen die Scheitelgegend convergirend, angepresst werden.



Fig. a.
„Flachkopf — (Flat Head) — Weib mit Kind" nach O. Mason.

Eine noch schlimmere „Druckmaschine" zum Zwecke der Kopfdeformirung gibt Herr Otis T. Mason[3]) in seinem vortrefflichen Aufsatz: „Ueber die Wiegen der amerikanischen Ureinwohner" in der hier wiederholten Abbildung a eines bezüglich der Kopfform lächerlich verzeichneten „Flachkopf-Weibes mit Kind". Diese „Druckmaschine" erscheint als wahres Marterinstrument für den darin eingequetschten Säugling, kein Wunder, wenn dieser schreit

---

[1]) R. Virchow a. a. O. S. 7.

[2]) Virchow und Holtzendorf, Sammlung g. w. Vorträge. IX. Serie, Heft 215, S. 22 u. 23, Fig. 6 u. 7.

[3]) Cradles of the American aborigines. Annual report of the Smithsonian Institution. 1887. II. Washington 1889. S. 161—212. (Fig. 8, S. 173.)

und wenn uns erzählt wird,[1]) dass durch die Anwendung derartiger Druckmaschinen die Kinder in einen krankhaften Zustand versetzt wurden. Herr Rüdinger sagt wörtlich: „Die Angaben der Reisenden lauten dahin, dass die Kinder in einem bedauerungswerthen Zustande sich während der „Operation" (— der künstlichen Umformung des Kopfes —) befinden. Das Gesichtchen ist bläulich gedunsen, die Augen sind stark geröthet und etwas aus den Höhlen hervorgetrieben, der Kopf soll sich heiss anfühlen und die Schmerzen scheinen nicht gering zu sein, denn die Kinder jammern viel und sind sehr unruhig, aber trotzdem lässt man sie ihre Lage unbarmherzig inne behalten. Befreit wird der Kopf nur dann, wenn das Kind gereinigt wird und Nahrung erhält."

Glücklicher Weise und zur Ehre der Menschheit entstammen diese „Druckmaschinen" und ihre krankmachenden Wirkungen im Wesentlichen der construirenden Phantasie.[2])

---

[1]) N. Rüdinger a. a. O. S. 22.

[2]) Zum Theil deutet das Herr R. Virchow schon an, wenn er in den Crania ethnica Americana, S. 13 u. 10, sagt:

„Es ergibt sich, wie leicht ersichtlich, in der Reihenfolge der verschiedenen Grade der Deformation eine deutliche Entwickelung von den zufälligen zu den absichtlichen und bei diesen wieder von den einfacheren zu den complicirteren Formen. Dieser Uebergang knüpft sich vorzugsweise an die Einführung von Druckweisen, welche den Vorderkopf betreffen, und hier wieder steigt die Verunstaltung in dem Maasse, als zu den Druckplatten die Bindeneinwickelung in immer ausgesuchterer Mannigfaltigkeit hinzugefügt wird." — „In allen Ländern der alten wie der neuen Welt erscheint die occipitale Abplattung am häufigsten. Sie stellt in der That das erste Stadium der Deformation dar. An sie schliesst sich zunächst die doppelte Abplattung von Hinterkopf und Stirn, wobei der erstere mehr steil aufgerichtet, die zweite mehr niedergedrückt und in eine schiefe Fläche verwandelt ist. Diese beiden Stadien finden sich auch da, wo eine viel weiter gehende Complication der Verunstaltung eingeführt wird. Die eigentliche Scheidung zwischen zufälliger und absichtlicher Deformation liegt in dem zweiten Stadium. Das beweist die auffällige Häufigkeit und die weite Verbreitung dieser Form."

2.

Allgemeine Beschreibung der Schädel:

16 aus dem Todtenfelde von Ancon,[1])
17 aus den Ruinen von Pachacamác.

Die allgemeine Schädelform.

In Beziehung auf die allgemeine craniologische Form bilden die hier zur Untersuchung vorliegenden 33 (resp. 34) altperuanischen Schädel aus den beiden nachbarlich gelegenen Fundplätzen zwei Parallelreihen in ziemlich gleichartiger Anordnung.

In Ancon wie in Pachacamác gehen die Schädelformen als von der normalen undeformirten Urform aus von einer an der Grenze der Brachycephalie stehenden Mesocephalie einerseits (in Ancon) nach künstlicher Langköpfigkeit, Dolichocephalie, — nur in einem Beispiel beobachtet, — andererseits und zwar weit häufiger, fast ausschliesslich (in Ancon wie in Pachacamác) nach künstlicher und zum Theil ganz extremer Kurzköpfigkeit, Brachycephalie, welche in Pachacamác noch höhere Formen erreicht als in Ancon.

Bei diesen Schädeln zeigt sich thatsächlich ein ähnliches Verhältniss wie jenes, welches der Begründer der wissenschaftlichen Anthropologie, J. F. Blumenbach, für die Veranschaulichung der Differenzen der normalen Hauptschädelformen der Menschheit schematisch construirt hat. Nach Blumenbach stellt die Mittelform des menschlichen Hirnschädels der Europäerschädel dar mit einer, wie er meinte, normal ovalen Gestalt, einer Form, welche jetzt als mesocephal bezeichnet wird. Stellt man sich nach Blumenbach den ovalen Hirnschädel des Europäers („Kaukasiers") aus elastischer Masse bestehend dar, so wird durch einen von der Stirn und vom Hinterhaupt her wirkenden Druck daraus die verkürzte und verbreiterte, wie man jetzt sagt, brachycephale Form (der „Mongolenschädel" Blumenbach's) hergestellt; dagegen entsteht durch einen auf beiden Schläfenseiten ausgeübten Druck aus dem Europäerschädel die verschmälerte und verlängerte, nach der jetzigen Bezeichnung dolichocephale Form (des Neger- resp. „Aethiopierschädels" Blumenbach's).

Der erste Fall Blumenbach's scheint bei der überwiegenden Mehrzahl der hier zu besprechenden Alt-Peruanerschädel thatsächlich gegeben. Aus einer mesocephalen, zum Theil

---

[1]) Dazu ein Schädel, Geschenk von Dr. Gaffron. Der Schädel stammt wahrscheinlich von Ancon, Nr. 33 der Gesammttabelle.

vielleicht z. Th. schon normal schwach brachycephalen Mittelform als Grundform erscheinen sie durch Druck, welcher in der (occipital-frontalen) Sagittalrichtung wirksam wurde, zum Theil so stark verkürzt und verbreitert, dass die Breite des Hirnschädels grösser geworden ist als seine Länge.

Dagegen ist bei diesen Alt-Peruanerschädeln die künstliche Dolichocephalie, Langköpfigkeit, nicht nach dem Blumenbach'schen Schema durch seitlichen in der Richtung der Frontalebene wirksam werdenden Druck, sondern dadurch entstanden, dass die als Grund- und Ausgangsgestalt der Schädel anzusprechende ovale, mesocephale, Form durch breitringförmigen, in der Richtung der Längsaxe des Hirnschädels wirkenden Druck zu einem relativ langen und engen Cylinder gestaltet und dabei nach hinten ausgereckt wurde. Mit anderen Worten: diese künstliche Dolichocephalie ist, wie schon oben angegeben und von den älteren Autoren im Wesentlichen richtig erkannt wurde, die Folge einer mehr oder weniger ringförmig wirkenden Einschnürung mittelst, den Hirnschädel umfassender, Bindenvorrichtungen. Dadurch wird der Hirnschädel gleichzeitig verschmälert und erniedrigt und erhält die angegebene cylindrische Gestalt.[1])

Das Blumenbach'sche Schema kann auch die Unterschiede der Schädel in Beziehung auf ihre Höhenentwickelung veranschaulichen.

Wird in sagittaler (occipital-frontaler) Richtung der Schädel zusammengepresst, so hebt sich compensatorisch, durch den wie gesagt praktisch uncomprimirbaren Hirnschädelinhalt, mit der Verkürzung die Scheitelgegend in die Höhe: aus einer mittelhohen, orthocephalen Schädelform (Längenhöhen-Index 70,0—74,9) geht der künstliche Hochkopf, schliesslich der Thurmkopf hervor. Dieser wird in der modernen craniologischen Terminologie als Hypsicephalus (Längenhöhen-Index von 75,0 an und darüber) bezeichnet. Es kann jedoch durch einen gleichzeitig von oben nach unten wirksam werdenden Druck auf die Scheitelgegend dieses compensatorische Heben des Scheitels verhindert und dieser sogar in gesteigertem Maasse künstlich abgeplattet, abgeflacht werden. Bei den „künstlichen (brachycephalen) Flachköpfen", Flatheads, ist das zum Theil thatsächlich der Fall, es ist bei ihnen durch vertical von oben nach unten wirkenden Druck auf den Scheitel künstliche Chamaecephalie (Längenhöhen-Index unter 70,0) erzeugt. Bei den hier vorliegenden brachycephalen Schädeln von Ancon und Pachacamác werden die niemals fehlenden, auf eine Erniedrigung des Schädels gerichteten Druckwirkungen durch die geschilderten erhöhenden Wirkungen in occipitalfrontaler Richtung in höherem oder geringerem Grade übercompensirt.

Die Längenbreiten-Verhältnisse der Schädel.

Die beiden Reihen der Schädel, die von Ancon und Pachacamác, sind einander in Beziehung auf das Längenbreiten-Verhältniss sehr ähnlich.

Die Schädelreihe von Ancon beginnt, abgesehen von einem künstlich dolichocephalen Schädel, mit einem Schädel, welcher an der brachycephalen Grenze der Mesocephalie steht, von dem Längenbreiten-Index 78,45 und schreitet dann von dem brachycephalen Grenz-Index 80 in fast geschlossener Reihe von Index zu Index vor bis zu dem Index 100, bei welchem die Breite des Schädels, welche normal kürzer ist als die Länge, der letzteren gleich geworden ist.

[1]) S. oben, dort auch über Zuckerhutschädel. S. 632 u. 633.

Die Schädelreihe von Pachacamác beginnt mit zwei Schädeln mesocephaler Form ebenfalls, mit den Indices 79,57 und 79,77, an der Grenze der Brachycepalie stehend. Die brachycephalen Formen beginnen mit dem Längenbreiten-Index von 84,24 und schreiten von da ebenfalls ziemlich stetig vor bis zu einem Index von 106, bei welchem Index die Länge von der Breite des Schädels um 6% übertroffen wird.

Tabelle I.

Längenbreiten-Index der Schädel von Ancon und Pachacamác.

	Längenbreiten-Index	Ancon	Pachacamác
Dolichocephale:	69	69,74	
	70		
	71		
	72		
	73		
	74		
Mesocephale:	75		
	76	(76,53) [1]	
	77		
	78	78,45	
	79		79,57
			79,77
Brachycephale:	80	80,23	
		80,35	
		80,84	
	81	81,09	
	82	82,14	
	83		
	84	84,21	84,24
			84,61
	85	85,29	
	86		86,42
			86,47
	87	87,86	87,27
	88		88,89
	89	89,03	89,24
	90		
	91		91,30
			91,82
	92	92,35	
	93		
	94	94,73	
	95		
	96		
	97		
	98	98,66	
	99		99,32
	100	100,00	
	101		101,92
	102		102,77
	103		103,29
	104		104,34
	105		
	106		106,45
	(112 Kindermumie Nr. 34).		

---

[1]) Geschenk von Dr. Gaffron, Fundort nicht sicher bestimmt.

Vereinigt man die beiden Reihen zu einer einzigen, wozu die im Allgemeinen principielle Uebereinstimmung der Deformation der Schädel aus den beiden nahegelegenen Fundstellen berechtigt, so ergibt sich eine fast ununterbrochene Indexreihe von 78—106.

Nur der eine künstlich dolichocephale Schädel fällt aus dieser Reihe heraus, da er sich mit seinem Längenbreiten-Index von 69,44 um 9 Indexzahlen von dem nächst schmalen Schädel mit dem Index 78,45 unterscheidet. Er erscheint als etwas Fremdartiges in der sonst eine einheitliche Formenreihe darstellenden Schädelgruppe.

Wie extrem brachycephal die deformirten altperuanischen Schädel sind, ergibt eine Nebeneinanderstellung und Vergleichung mit Schädelgruppen hoher aber normaler Brachycephalie. Zum Vergleich dienen hier 100 Schädel der Münchener Stadtbevölkerung und ebensoviele der oberfränkischen Landbevölkerung aus dem einst slavischen Gebiete des fränkischen Jura, aus Waischenfeld. Die Münchener Schädel sind alle männlichen Geschlechtes, die oberfränkischen sind, wie die aus den altperuanischen Gräbern, nach dem Geschlecht gemischt, männlich und weiblich, s. Tabelle II S. 640.

Die Gesammtreihe der hier vorliegenden alt-peruanischen Schädel beginnt mit mässiger Mesocephalie an der Grenze der Brachycephalie, geht dann zu wahrer Brachycephalie über und dehnt sich, nach der vorstehenden Vergleichstabelle, nach der brachycephalen Seite sehr beträchtlich, bis zur 6. Stufe der Brachycephalie,[1]) aus. Von den beiden bayerischen Reihen schliesst die der Münchener Schädel innerhalb der 2. Stufe der Brachycephalie, die der Oberfranken innerhalb der 3. Stufe, während wie gesagt, die Alt-Peruaner noch die 6. Stufe erreichen mit Formen, welche in normalen Schädelreihen überhaupt niemals vorkommen. Danach sind die deformirten Schädel der beiden alt-peruanischen Todtenstätten als extrem brachycephal zu bezeichnen. Als ganz fremdartig erscheint darunter der eine extrem dolichocephale Schädel.

Die hier gefundenen Werthe stimmen mit den neueren Mittheilungen über Messungen an einer grösseren Anzahl von Ancon-Schädeln, welche ein verdienstvoller amerikanischer Forscher, Herr Dr. Geo. A. Dorsey am Peabody Museum, Cambridge, Mass., veröffentlicht hat, gut überein.[2]) Herr Dorsey hat 123 Schädel von dem Todtenfelde von Ancon gemessen und einen kurzen Bericht darüber gegeben, leider ohne Mittheilung seiner Gesammtreihen.

Unter 58, seiner Bestimmung nach, männlichen Schädeln fand sich als Minimum des Längenbreiten-Index 75 (der Grenzwerth der Mesocephalie gegen Dolichocephalie), als Maximum 106, der gleiche Maximalindex, welcher im Vorstehenden für die Schädel von Pachacamác gefunden worden ist. Unter 51 nach Herrn Dorsey's Bestimmung weiblichen Schädeln war das Minimum der dolichocephale Index von 72, das Maximum 101; unter 14 Kinderschädeln, Minimum 78, an der Grenze der Brachycephalie stehende Mesocephalie, Maximum 90, Anfangswerth der 3. Stufe der Brachycephalie. In Dorsey's Reihen ist sonach ebenfalls ein „künstlicher Dolichocephalus“ aufgezählt, mit Index 72, welcher aber nicht ganz so stark deformirt — verlängert und verschmälert — ist, wie jener der vorstehenden Reihe mit Index 69,44. Dagegen sind die Maximalwerthe der künstlichen Brachycephalie mit Index 106 identisch.

[1]) Nach der „Internationalen Verständigung“ werden bei Dolichocephalie und Brachycephalie von den Grenzwerthen angefangen, je 5 Indexwerthe zu einer Stufe innerhalb der beiden Formenreihen zusammengefasst. J. Ranke, Corr.-Bl. d. deutsch. anthr. G. XVII. 1886. S. 17.

[2]) Proceedings of the American Association for the Advencement of Science, Vol. XLIII, 1894.

Tabelle II.

Vergleichung der **Brachycephalie** altperuanischer und bayerischer Schädel.

	Längenbreiten-Index	Moderne Münchener Stadt-bevölkerung (100)	(Waischenfeld) Ober-fränkische Land-bevölkerung (100)	Schädel von Pachacamác und Ancon (32 : 100	= $^0/_0$)
Dolichocephale: II. Stufe	65	—	—	—	—
	66	—	—	—	—
	67	—	—	—	—
	68	—	—	—	—
	69	—	—	1 (69,44)	3
I. Stufe	70	—	—	—	—
	71	1	—	—	—
	72	3	—	—	—
	73	1	—	—	—
	74	1	—	—	—
Mesocephale:	75	0	1	—	—
	76	3	0	—	—
	77	2	1	—	—
	78	4	0	1	3
	79	8	2	2	6
Brachycephale: I. Stufe	80	10	8	3	9
	81	17	7	1	3
	82	6	12	1	3
	83	9	8	0	0
	84	6	9	2	6
II. Stufe	85	3	16	1	3
	86	7	14	2	6
	87	9	4	2	6
	88	4	8	1	3
	89	2	3	2	6
III. Stufe	90	2	4	0	0
	91	—	3	2	6
	92	—	0	1	3
	93	—	0	0	0
	94	—	—	1	3
IV. Stufe	95	—	—	0	0
	96	—	—	0	0
	97	—	—	0	0
	98	—	—	1	3
	99	—	—	1	3
V. Stufe	100	—	—	1	3
	101	—	—	1	3
	102	—	—	1	3
	103	—	—	1	3
	104	—	—	1	3
VI. Stufe	105	—	—	0	0
	106	—	—	1	3
	107	—	—	—	—
(VII. Stufe	112 Kindermumie Nr. 34).				

Bei der Kindermumie Nr. 34 der Tabelle I und II beträgt der Längenbreiten-Index des zarten Schädels 112 (VII. Stufe); hier erscheint jedoch die Möglichkeit einer posthumen Verdrückung und dadurch Steigerung der Schädelbreite nicht ganz ausgeschlossen.

Die Längenhöhen-Verhältnisse der Schädel.

Die Deformirung der Schädel in occipital-frontaler Richtung, d. h. in der Richtung der Schädellänge, hat, wenn nicht eine gleichzeitige Druckwirkung auf den Scheitel das verhindert, neben der Verbreiterung des Schädels in der Schläfengegend, die oben beschriebene, ebenfalls compensatorische Erhöhung des Scheitels resp. des Schädeldaches zur Folge. Das dem occipital-frontalen, sagittalen, Druck ausweichende, für die praktische Betrachtung nach den Untersuchungen des Herrn Grashey[1]) incompressible Gehirn (mit dem übrigen Schädelinhalt) drängt den Schädel nach den vom Druck freigelassenen Stellen, hier also nach den Seiten, sowie nach oben; die Schädelform wird dadurch gleichzeitig mit und durch die Verkürzung in gesteigertem Maasse breit und hoch.

Die folgende Reihe, in welcher die Schädel aus den beiden Todtenstätten zusammengefasst sind, zeigt, wie den eben vorgetragenen Verhältnissen entsprechend, im Allgemeinen der Längenhöhen-Index mit dem Längenbreiten-Index zunimmt, s. Tabelle III S. 642.

Trotz zahlreicher individueller Schwankungen zeigt die Tabelle III die Zunahme der relativen Höhe der Schädel mit der Abnahme ihrer relativen Länge resp. der Zunahme ihrer relativen Breite. Der einzige künstliche Dolichocephalus der Reihe ist mit einem Längenhöhen-Index von 68,8 noch innerhalb der Grenzen der wahren Chamaecephalie (s. Anm. 3, S. 642). Unter den Brachycephalen der I. Stufe finden sich drei Mittel-Hochschädel, Orthocephalen. Die beiden mesocephalen Schädel und die übrigen Brachycephalen der I. Stufe sind Hochschädel und zwar gehören vier zur I. Stufe der Hypsicephalie, zwei überschreiten die Grenze schon in die 2. Stufe hinein. In der Reihe der 2. Stufe der Brachycephalie kommen noch drei Schädel mit dem 1. Grad (Stufe) der Hypsicephalie vor, die anderen zeigen schon hohe und höchste Grade; und die extrem brachycephalen Schädel der 3. bis 6. Stufe zeigen ausschliesslich nur extreme Grade der Hochköpfigkeit.

Um einen Vergleich auch der Längenhöhen-Verhältnisse bei den alt-peruanischen Schädeln mit normalen stark-brachycephalen Schädelreihen aus Europa zu ermöglichen, stehen in der folgenden Tabelle wieder die schon oben in Tabelle II zum Vergleich benützten 100 männlichen Schädel der Münchener Stadtbevölkerung und 100 nach dem Geschlecht gemischten Schädel der oberfränkischen Landbevölkerung (Waischenfeld) neben ersteren, s. Tabelle IV S. 643.

Diese Zusammenstellung beweist, dass bei den brachycephalen deformirten Schädeln von Ancon und Pachacamác auch Grade der extremen Hochköpfigkeit vorkommen, welche bei normalen Brachycephalen vollkommen fehlen.

Einen Längenhöhen-Index von 80 haben von den Münchener Schädeln 3 %, von den oberfränkischen Schädeln nur 1 %, dagegen von den Alt-Peruanern 15 = 45 %, noch 24 % der letzteren stehen in der 3. und 4. Stufe extremer Hochköpfigkeit, Thurmschädel. Dabei entspricht aber das Verhalten sehr nahe jenem, welches die Vergleichung der gleichen Schädelgruppen bezüglich ihrer Brachycephalie in Tabelle II ergeben hat.

---

[1]) N. Rüdinger, Abhandlungen der k. bayer. Akad. d. Wissensch. II. Cl., XVI. Bd., II. Abth. München 1887. S. 16.

Tabelle III.

Vergleichung der **Längenhöhen-Verhältnisse** mit den **Längenbreiten-Verhältnissen** der Schädel von Ancon (a) und Pachacamác (p).

	Längenbreiten-Index	Längenhöhen-Index[1]	Im Mittel:
Dolichocephale:	69,44 a ♀[2]	68,88	68,8
Mesocephale:	79,57 p ♂[3]	75,27	
	79,77 p „	76,40	75,8
Brachycephale: I. Stufe	80,23 a „	71,51	
	80,35 a ☿[4]	70,83	
	80,84 a ♀	71,85	
	81,09 a ♂	75,60	
	82,14 a „	78,57	
	84,21 a „	76,61	
	84,24 p ♀	80,00	
	84,61 p ♂	80,47	75,7
II. Stufe	85,29 a ♀	76,47	
	86,42 p ♂	86,42	
	86,47 p „	76,47	
	87,27 p „	79,00	
	87,86 a „	80,00	
	88,89 p „	85,18	
	89,03 a ♀	88,38	
	89,24 p ♂	93,03	83,2
III. Stufe	91,30 p ♀	82,71	
	91,82 p „	80,00	
	92,35 a ♂	84,17	
	94,73 a ♀	89,47	84,0
IV. Stufe	98,66 a ♂	89,33	
	99,32 p ♀	83,89	86,6
V. Stufe	100,00 a „	83,00	
	101,92 p ♂	83,33	
	102,77 p „	89,58	
	103,29 p ♀	81,58	
	104,34 p ♂	83,23	84,1
VI. Stufe	106,45 p „	81,93	81,9

---

[1]) Die Stufen der relativen Höhe der Schädel im Verhältniss zur Schädellänge oder des Längenhöhen-Index sind nach der „Frankfurter Verständigung" der deutschen Craniologen:

Flachschädel, Chamaecephalie bis 69,9,

Mittelhochschädel, Orthocephalie von 70,0—74,9,

Hochschädel, Hypsicephalie von 75,0 und darüber.

In derselben Weise, wie das (s. oben), für die Brachycephalie geschieht, kann auch der Längenhöhen-Index je nach 5 Indexzahlen in weitere Gruppen oder Stufen eingetheilt werden. Die I. Stufe der Hochschädel reicht dann von 75,0—79,9; die II. Stufe von 80,0—84,9; die III. Stufe von 85,0 bis 89,9; die IV. Stufe von 90,0—99,9. Die II. bis IV. Stufe können als extreme Hochschädel oder Thurmköpfe bezeichnet werden.

[2]) Weiblich. [3]) Männlich. [4]) Kindlich.

Tabelle IV.

Vergleichung der **Längenhöhen-Verhältnisse** altperuanischer und bayerischer Schädel.

	Längenhöhen-Index	Münchener Stadt-bevölkerung (100)	(Waischenfeld) Ober-fränkische Land-bevölkerung (100)	Schädel von Pachacamác und Ancon (32 : 100 = o/⁰)	
Chamaecephale: II. Stufe	60	—	—	—	—
	61	—	—	—	—
	62	—	1	—	—
	63	—	0	—	—
	64	1	1	—	—
I. Stufe	65	0	1	—	—
	66	1	0	—	—
	67	5	1	—	—
	68	4	1	1	3
	69	4	1	0	0
Orthocephale:	70	10	4	1	3
	71	7	5	2	6
	72	11	7	0	0
	73	10	9	0	0
	74	9	12	0	0
Hypsicephale:	75	8	10	2	6
I. Stufe	76	8	5	4	12
	77	7	11	0	0
	78	1	8	1	3
	79	2	2	1	3
II. Stufe	80	5	4	4	12
	81	2	1	2	6
	82	1	—	1	3
	83	—	—	4	12
	84	—	—	1	3
III. Stufe	85	—	—	1	3
	86	—	—	1	3
	87	—	—	0	0
	88	—	—	1	3
	89	—	—	3	9
IV. Stufe	90	—	—	0	0
	91	—	—	0	0
	92	—	—	0	0
	93	—	—	1	3
	94	—	—	—	—

Auch bezüglich des Längenhöhen-Verhältnisses gestatten die oben schon angezogenen neuen Untersuchungen des Herrn Dorsey an 123 Ancon-Schädeln einen erwünschten Vergleich.

Herr Dorsey hat bei den von ihm untersuchten Ancon-Schädeln als Maximum des Längenhöhen-Index 88, als Minimum 73 bei den 58 männlichen Schädeln gefunden. Bei 51 weiblichen Schädeln als Maximum 85, als Minimum 71; bei 14 Kinderschädeln als Maximum 84, Minimum 70 — alles Zahlen, welche in guter Weise mit den vorstehenden Messungsresultaten stimmen. Leider stimmen die Messungsmethoden des Herrn Dorsey nicht vollkommen mit den hier verwendeten, so dass eine absolute Uebereinstimmung ausgeschlossen ist. Das Minimum des Herrn Dorsey fand sich bei einem Kinderschädel mit 70;

der gleiche Werth ergab die Messung des Kinderschädels Nr. 20 (4) aus Ancon, ebenfalls Längenhöhen-Index 70. Der Längenhöhen-Index der künstlichen Dolichocephalen aus Ancon Nr. 18 (2) beträgt 68, ist sonach 2 % geringer als das Minimum von Herrn Dorsey. Das Maximum der letzteren 88 wird von zwei Schädeln der vorstehenden Reihe übertroffen mit Längenhöhen-Index 89 und 93.

Bezüglich der allgemeinen durch die gebräuchlichen Schädelindices charakterisirten Formenverhältnisse der Schädel reihen sich der Mehrzahl nach die hier zur Untersuchung vorliegenden Schädel von Ancon und Pachacamác an die europäischen Schädel mit mittlerer und gesteigerter Brachycephalie (z. B. die zum Vergleich beigezogenen Schädel aus München und aus Waischenfeld) an. Bei alleiniger Berücksichtigung des Verhältnisses von Länge und Breite der Schädel zeigen nur 10 von den 32 (resp. 33) altperuanischen Schädeln, also 1/3 der Gesammtzahl, einen extremeren Grad von Brachycephalie als die zum Vergleich benützten bayerischen Schädel, und nur der eine Dolichocephalus zeigt mit einem Index von 69,44 eine bei jenen Bayern nicht bemerkte Schmalheit. Das Gleiche gilt von dem Verhältniss der Schädellänge zur Schädelhöhe, nur 12 von den altperuanischen Schädeln zeigen extremere Höhenverhältnisse als solche, bei den betreffenden bayerischen Schädeln vorkommen.

Es wäre aber vollkommen irrig, wenn nur jene Schädel als deformirt gelten sollten, welche mit ihren Hauptschädel-Indices jenseits der Grenzen der bayerischen Reihen liegen.

Bei genauer Prüfung ist keiner der vorliegenden Peruaner-Schädel undeformirt.

Ich muss das speciell gegenüber den Angaben des Herrn Dorsey hervorheben. Unter den von ihm untersuchten 123 Ancon-Schädeln erklärte er 26 männliche und 28 weibliche als undeformirt und von normaler Form. Seiner Ansicht nach ist die normale ursprüngliche Form der Ancon-Schädel die runde, (brachycephale), „und die künstliche Deformation strebt lediglich diesen Charakter zu steigern".[1] Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtete er alle Schädel als normal, bei welchen ihm nicht die Zeichen der Abplattung (Depression) ohne Weiteres in die Augen fielen.

Aber die Deformation der Ancon- und Pachacamác-Schädel „strebt" nicht allein den Charakter der Brachycephalie zu steigern, sondern ganz im Gegensatz dazu zeigt sich die Hervorbringung künstlicher Dolichocephalie und keiner der Schädel lässt die mehr oder weniger deutlichen Zeichen einer Abflachung resp. Deformirung der vorderen Scheitelgegend vermissen. —

[1]) l. c. S. 1.

3.

Einzelbeschreibung der 33 Schädel.

I. 17 Schädel aus Pachacamác.

Nr. 1 (5) Pachacamác.

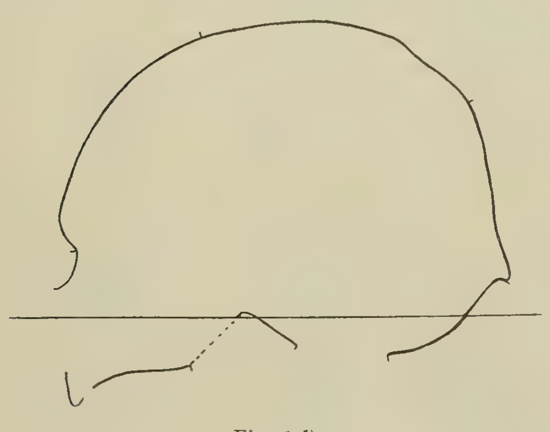


Fig. 1.[1])

Nr. 1 (5) Taf. 1. Der mächtige, männliche Schädel ohne Unterkiefer aus dem Todtenfelde von Pachacamác, ist schwer und dickwandig, er unterscheidet sich dadurch in auffälliger Weise von den übrigen im allgemeinen gracilen und leichten Schädeln. Die Deformation ist nur eine geringe, das hintere Drittel der Sagittalnath-Umgebung ist durch einen etwa zwei Finger breiten leichten Eindruck etwas abgeflacht, das übrige Hinterhaupt ist gut gewölbt, ebenso im Allgemeinen die in den mittleren Partien sagittal gut gewölbte Stirne, welche eine minimale seitliche Abflachung aufweist. Deutlicher als diese frontalen und occipitalen Druckspuren zeigt sich jederseits hinter der Kranznath ein etwa daumenbreiter flachrinnenförmiger Eindruck, die Coronalrinne (Schnürfurche). Die beiden seitlichen Coronalrinnen sind in der Mitte an der Sagittalnath durch eine künstlich hervorgebrachte cristenartige Erhebung der vorderen Sagittalnathgegend, die vordere Sagittalcriste, von einander getrennt, sie gehen nicht in einander über. Im Allgemeinen sind die Deformationen so geringfügig, dass sie nur bei genauer Untersuchung zu erkennen sind. Es kann daher dieser Schädel als ein relativ undeformirter, annähernd die normale unalterirte Form darstellender bezeichnet werden.

---

[1]) Die Umrisszeichnungen sind nach der Methode und mit dem Instrumente des Herrn Dr. Lissauer ausgeführt. S. Archiv für Anthropologie Bd. XV Suppl., 1885, S. 15. — Verkleinerung aller Abbildungen auf 1/3 der natürlichen Grösse.

Hinterhaupt, Scheitel und Stirn sind gut gewölbt, letztere besitzt kräftige Augenbrauenbogen. Die allgemeine Schädelform ist die mesocephale mit Hinneigung zur Brachycephalie, der Längenbreiten-Index beträgt 79,57; dabei ist der Schädel auch ziemlich hoch, der Längenhöhen-Index beträgt 75,27, er ist sonach hypsicephal, hochschädelig; der Schädel ist daher meso-hypsicephal, ein zur Kurzköpfigkeit neigender mittelbreiter Hochschädel. Er ist orthognath, Profilwinkel 84°.

Die Capacität des Hirnschädels ist eine ziemlich beträchtliche, 1430 ccm, der Horizontalumfang misst 530 mm, der Sagittalumfang 375, die Entwickelung des Schädels ist eine vorwiegend occipitale. Das Gesicht ist mässig breit, brachyprosop (chamaeprosop), mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 47,22. Die Nase ist schmal, Nasen-Index 45,09, leptorrhin; die Nasenbeine breit und gut gekrümmt. Die Augenhöhlen sind hoch und weit, mit einem Augenhöhlen-Index von 90,24, hypsiconch. Die Augenhöhlenspalten und das Foramen opticum, namentlich aber die ersteren, bemerkenswerth weit, wie bei allen den aus den beiden Gräberfeldern vorliegenden Schädeln. Die Ohröffnungen normal, gut gerundet. Der Gaumen ist mit einem Gaumen-Index von 75 mässig schmal, leptostaphylin.

Den Zähnen nach zu urtheilen, hatte das Individuum das mittlere Alter schon überschritten. Links waren während des Lebens alle Zähne im Oberkiefer zu Verlust gegangen, rechts ein Schneidezahn und der Weisheitszahn. Da wo die Zähne fehlten, ist der Alveolarfortsatz vollkommen geschwunden. Die noch vorhandenen Zähne sind stark abgerieben. Zu diesen Zeichen eines höheren Lebensalters scheint es nicht zu stimmen, dass die Schädelnäthe noch alle offen sind. Sie sind im Wesentlichen vollkommen normal, nur in der sonst wohlgebildeten Schläfengegend findet sich rechts und links ein kleiner, nicht trennender Schaltknochen und die Lambdanath zeigt zwei kleine Worm'sche Knochen.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1430 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	186 mm	Obergesichtshöhe	68
„ Breite	148	Jochbreite	144
Gerade Höhe	140	Gesichtsbreite (Virchow's)	113
Ohrhöhe	119	Orbita, Höhe	37
Horizontale Länge des Hinterhauptes	90	„ Breite	41
Basilare Länge des Vorderhauptes	93	Nase, Höhe	51
Horizontalumfang	530	„ Breite	23
Sagittalumfang des Stirnbeins	120	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	122	„ Breite	39
„ „ Squama occipitalis	133	Gesichtswinkel	84°
Ganzer Sagittalbogen	375		
Minimale Stirnbreite	100		
Länge der Schädelbasis	101		
Breite „ „	137		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	79,57	Obergesichts-Index	47,22
Längenhöhen-Index	75,27	Orbital-Index	90,24
Ohrhöhen-Index	63,97	Nasen-Index	45,09
Hinterhaupts-Index	48,39	Gaumen-Index	75,00

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal, mesocephal, hypsicephal, chamaeprosop, leptorrhin, hypsiconch, leptostaphylin, orthognath.

Nr. 2 (7) Pachacamác.

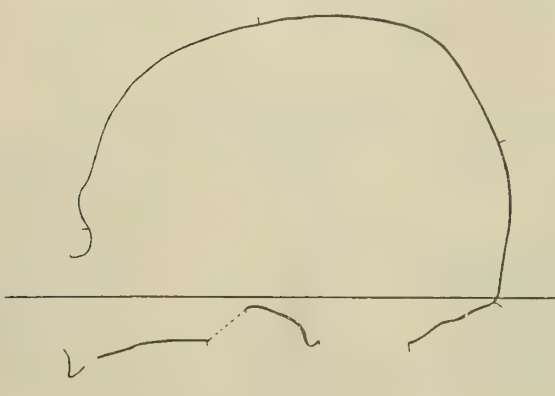


Fig. 2.

Nr. 2 (7). Auch dieser männliche Schädel ohne Unterkiefer zeigt nur geringe Druckwirkungen und erscheint so wenig deformirt, dass er wie Nr. 1 als ein Beispiel annähernd normaler Form gelten darf. Er besitzt eine leichte unsymmetrische Abflachung des Hinterhaupts, links etwas stärker, die Coronalrinnen, hinter den beiden Kranznathschenkeln über die vorderen Abschnitte der Scheitelbeine nach abwärts ziehend, sind schwach, eine frontale Abplattung nicht erkennbar. Im Ganzen ist Hinterhaupt, Scheitel und Stirne gut gewölbt.

Der Hauptform nach ist der Schädel wie der erste ein Mittelbreitschädel hart an der Grenze der Kurzköpfigkeit, mit einem Längenbreiten-Index von 79,77. Mit einem Längenhöhen-Index von 76,40 erscheint er als mässig hoch, aber doch schon hypsicephal. Auch der Jochbreiten-Obergesichts-Index entspricht dem des ersten Schädels, er ist chamaeprosop, mässig breit, 42,14. Der Nasen-Index zeigt dagegen eine etwas grössere Breite und steht mit 52,08 innerhalb der Breitnasen, Platyrrhinie. Die Augenhöhlen sind weit und gerundet, hypsiconch, mit einem Augenhöhlen-Index von 90,00. Der Gaumen ist breit, sehr kurz, Gaumen-Index 105,71.

Die Capacität beträgt 1350 ccm, der Horizontalumfang 505, der ganze Sagittalbogen 362, das Hinterhaupt erscheint schon etwas anormal verkürzt. Der Gesichtswinkel beträgt 86°, der Oberkiefer ist orthognath 86°, während der Alveolarfortsatz schwach prognath ist 81°.

Nach den Zähnen beurtheilt erscheint das Lebensalter als ein hohes; während des Lebens hatten sich noch 7 Zähne im Oberkiefer erhalten, 2 Schneidezähne links, beide Eckzähne, links die beiden Prämolaren und 1 Molar. Der Alveolarfortsatz ist, soweit die Zähne fehlen, ganz geschwunden. Dagegen sind noch alle Schädelnäthe offen und normal ohne Schaltknochen mit gut entwickelter Schläfengegend.

Die basilare Sagittallinie ist in keiner Weise verschoben, der sagittale Durchmesser des Foramen magnum ebensowenig; die Zitzenfortsätze, die Condylen des Hinterhauptbeins, die Gelenkgruben des Kiefergelenks stehen zu der basilaren Sagittallinie vollkommen symmetrisch; ebenso sind die beiden Gesichtshälften nicht gegen einander verschoben. Das Gleiche wurde bei allen Schädeln constatirt, etwaige Abweichungen waren nicht exact messbar. Im Folgenden werden diese Constatirungen der Symmetrie der Schädelbasis und des Gesichts, obwohl stets direkt gemessen, nicht im Einzelnen mehr erwähnt. Auch der „äussere Sattelwinkel“, die Neigung der Unterfläche der Pars basilaris ossis occipitis, des Körpers des Hinterhauptbeins, wurde bei allen Schädeln direkt gemessen und betrug hier 55°.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1350 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	178 mm	Obergesichtshöhe	59
„ Breite	142	Jochbreite	139,5
Gerade ganze Höhe	136	Gesichtsbreite	104,5
Ohrhöhe	116	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	93	„ Breite	40
Basilare Länge des Vorderhaupts	86	Nase, Höhe	48
Horizontalumfang	505	„ Breite	25
Sagittalumfang des Stirnbeins	125	Gaumen, Länge	55
„ der Parietalia	125	„ Breite	37 (33)
„ „ Squama occipitalis	112	Gesichtswinkel	86°; 81°
Ganzer Sagittalbogen	362		
Minimale Stirnbreite	98		
Länge der Schädelbasis	116		
Breite „ „	121,5		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	79,77	Obergesichts-Index	42,14
Längenhöhen-Index	76,40	Orbital-Index	90,00
Ohrhöhen-Index	65,83	Nasen-Index	52,08
Hinterhaupts-Index	52,24	Gaumen-Index	67,27

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal, mesocephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, platyrrhin, leptostaphylin, orthognath.

Nr. 3 (16) Pachacamác.

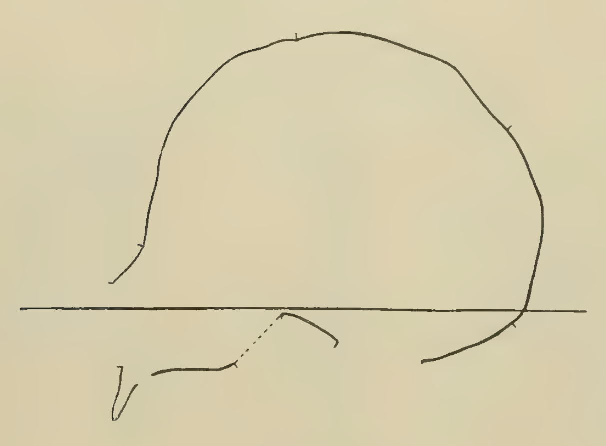


Fig. 3.

Nr. 3 (16). Der wahrscheinlich weibliche Schädel hat durch eine schmale und hohe, aber nicht deformirte Stirn ein absonderliches Aussehen, welches durch die weiten und hohen Augenhöhlen noch gesteigert wird. In der Gegend des Lambdawinkels zeigt sich eine die Spitze der Oberschuppe des Hinterhauptbeins und die hintersten Partien der Scheitelbeine abflachende Druckwirkung. Die Schnürfurche hinter der Kranznath, die Coronalrinne, breit und deutlich ausgesprochen, die Trennung der beiden seitlichen Schenkel der Schnürfurche durch einen stark erhobenen vorderen Sagittalgrad sehr deutlich. Trotz der scheinbar nur geringfügigen occipitalen Abplattung ist das Schädeldach ausgesprochen brachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 84,24. Dabei ist er mit einem Längenhöhen-Index von 80,0 schon an der Grenze der höheren Grade der Hochköpfigkeit, hypsicephal. Das Obergesicht ist mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 55,04 noch schmalgesichtig, leptoprosop. Auch die Nase ist schmal, leptorrhin, mit einem Nasen-Index von 44,23; die Augenhöhlen sehr weit und hoch, Augenhöhen-Index 92,30, hypsiconch. Der Gaumen dagegen kurz und breit, brachystaphylin, mit einem Gaumen-Index von 105,70 sehr nahe dem bei Nr. 2 gefundenen Verhalten entsprechend.

Die Schädelcapacität ist recht gering, 1180 ccm, dem entspricht ein kleiner Kopfumfang von 483 mm, der ganze Sagittalbogen misst 347 mm. Der Schädel ist prognath, 81°—79°.

Das Lebensalter kann auf etwa 30 bis 40 Jahre geschätzt werden; die Zähne sind alle vorhanden mit Ausnahme eines schon während des Lebens zu Verlust gegangenen Weisheitszahnes; die Zähne sind aber alle stark abgenützt. Die Schädelnäthe sind offen und vollkommen normal, nur in der Lambdanath zeigen sich einzelne kleine Worm'sche Knochen und am Lambdawinkel ein sehr regelmässig ausgebildetes Os quadratum, colossaler hinterer Fontanellknochen. Aeusserer Sattelwinkel 59°.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1180 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	165 mm	Obergesichtshöhe	71
„ Breite	139	Jochbreite	129
Gerade Höhe	132	Gesichtsbreite	91
Ohrhöhe	118	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	96	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	90	Nase, Höhe	52
Horizontalumfang	483	„ Breite	23
Sagittalumfang des Stirnbeins	117	Gaumen, Länge	53
„ der Parietalia	111	„ Breite	37 (35)
„ „ Squama occipitalis	119	Gesichtswinkel	81°—79°
Ganzer Sagittalbogen	347		
Minimale Stirnbreite	86		
Länge der Schädelbasis	91		
Breite „ „	120		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	84,24	Obergesichts-Index	55,04
Längenhöhen-Index	80,00	Orbital-Index	92,30
Ohrhöhen-Index	71,51	Nasen-Index	44,23
Hinterhaupts-Index	58,18	Gaumen-Index	69,81

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, brachycephal, hypsicephal, leptoprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 4 (15) Pachacamác.

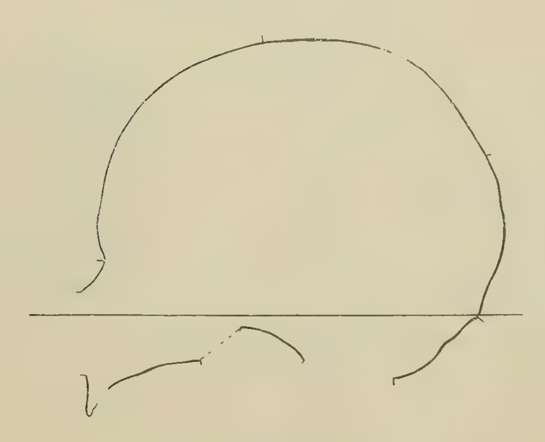


Fig. 4.

Nr. 4 (15) Taf. 2. Dieser jugendliche, erwachsene, männliche Schädel zeigt, wie der vorausgehende, nur eine geringe, occipitale Abplattung, die Stirne zeigt keine Deformirung. Die beiden Coronalfurchen, durch eine breite vordere Sagittalcriste von einander getrennt, sind ziemlich seicht. Die Gesammtdeformirung ist sonach eine geringe, auch die Abplattung des Hinterhaupts betrifft lediglich die hinteren mittleren Abschnitte der Scheitelbeine um den Lambdawinkel und die Spitze der Oberschuppe des Hinterhauptbeins.

Der Schädel ist, trotz der geringen occipitalen Deformirung, ausgesprochen brachycephal, mit einem Längenbreiten-Index von 84,61 schon an der Grenze der 2. Stufe, der Hyperbrachycephalie, stehend; der Längenhöhen-Index ist mit 84,47 hypsicephal an der Grenze der höheren Grade der Hochköpfigkeit. Das Obergesicht ist breit, chamaeprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 47,48. Die Nase ist gut entwickelt, die zerbrochenen Nasenbeine lassen noch eine gute Biegung erkennen; der Nasen-Index ist mesorrhin, 48,00, die Nase sonach mittelbreit. Die Augenhöhlen sind etwas weniger hoch als bei den vorausgehenden, aber doch weit, der Augenhöhlen-Index 85,36 ist noch entschieden hoch, hypsiconch. Der Gaumen ist kurz und breit, brachystaphylin, Gaumen-Index 86,54.

Der Schädel ist orthognath, Profilwinkel 86°. Die Zähne sind wohlerhalten, bis auf einen fehlenden Molar und wenig abgenutzt. Die Ohröffnungen sind normal, Schädelbasis und Gesicht in der oben geschilderten Weise symmetrisch. Aeusserer Sattelwinkel 47°.

Die Schädelcapacität beträgt 1315 ccm, der Horizontalumfang 497, der ganze Sagittalbogen 357 mm. Die Schädelnäthe sind alle offen und vollkommen normal, nur in der Lambdanath findet sich ein kleiner Worm'scher Knochen.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1315 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	169 mm	Obergesichtshöhe	66
„ Breite	143	Jochbreite	139
Gerade Höhe	136	Gesichtsbreite	103
Ohrhöhe	118	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	94	„ Breite	41
Basilare Länge des Vorderhaupts	90	Nase, Höhe	50
Horizontalumfang	497	„ Breite	24
Sagittalumfang des Stirnbeins	125	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	116	„ Breite	45 (37)
„ „ Squama occipitalis	116	Profilwinkel	86°
Ganzer Sagittalbogen	357		
Kleinste Stirnbreite	96		
Länge der Schädelbasis	94		
Breite „ „	125		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	84,61	Obergesichts-Index	47,48
Längenhöhen-Index	80,47	Orbital-Index	85,36
Ohrhöhen-Index	69,82	Nasen-Index	48,00
Hinterhaupts-Index	55.62	Gaumen-Index	86,54

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal, brachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, mesorrhin, brachystaphylin, orthognath.

Nr. 5 (9) Pachacamác.

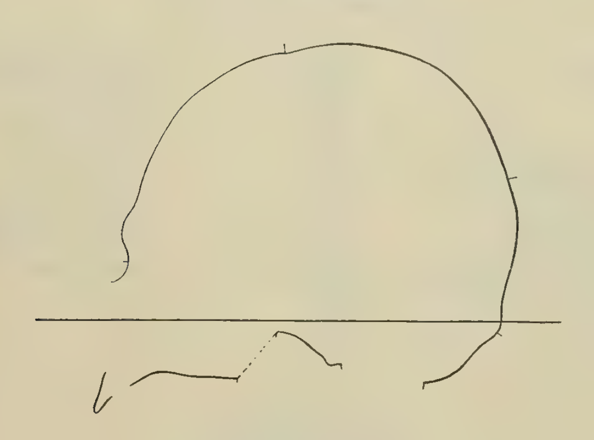


Fig. 5.

Nr. 5 (9). Dieser männliche Schädel mittleren Lebensalters zeigt eine starke occipitale Deformation, die Stirnabplattung ist nur minimal, dagegen sind die Schnürfurchen hinter der Kranznath deutlich ausgebildet. Die occipitale Abflachung ist unsymmetrisch, rechts stärker als links. Alle Schädelnäthe sind offen und vollkommen normal, Schaltknochen fehlen. Auf ein mittleres Lebensalter darf geschlossen werden, da die Zähne ziemlich abgerieben sind und während des Lebens schon jederseits ein Molar zu Verlust gegangen war. Als besondere Eigenthümlichkeit besitzt dieser Schädel, dem der Unterkiefer fehlt, eine gut ausgebildete Gelenkfläche für den Zahnfortsatz des Epistropheus auf dem Vorderrand des sonst wohl entwickelten Foramen magnum. Der Schädel ist prognath 78°—71°.

Die allgemeine Schädelform ist hyperbrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 86,42 und hypsicephal mit einem Längenhöhen-Index von 83,95. Die Schädelcapacität ist ziemlich gering, 1205 ccm, dem entspricht ein Horizontalumfang von 483 mm und ein Sagittalumfang von 344 mm. Das Hinterhaupt erscheint auch im Sagittalbogen deutlich verkürzt.

Das Gesicht ist ziemlich breit, chamaeprosop mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 43,47. Die Nase ist breit, platyrrhin, Nasen-Index 51,11. Dagegen sind die Augenhöhlen hoch, der Augenhöhlen-Index mit 87,18 hypsiconch. Der Gaumen ist ziemlich schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 71,43 (66,07). Die Ohröffnungen normal.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1205 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	162 mm	Obergesichtshöhe	60
„ Breite	140	Jochbreite	138
Gerade Höhe	136	Gesichtsbreite	100
Ohrhöhe	112	Orbita, Höhe	34
Horizontale Länge des Hinterhaupts	85	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	91	Nase, Höhe	45
Horizontalumfang	483	„ Breite	23
Sagittalbogen des Stirnbeins	117	Gaumen, Länge	56
„ der Parietalia	123	„ Breite	40 (37)
„ „ Squama occipitalis	104	Profilwinkel	78°—71°
Ganzer Sagittalbogen	344		
Kleinste Stirnbreite	97		
Länge der Schädelbasis	99		
Breite „ „	120		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	86,42	Obergesichts-Index	43,47
Längenhöhen-Index	83,95	Orbital-Index	87,18
Ohrhöhen-Index	69,13	Nasen-Index	51,11
Hinterhaupts-Index	52,47	Gaumen-Index	71,43

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal an der Grenze der Nannocephalie, hyperbrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, platyrrhin zu Mesorrhinie neigend, leptostaphylin, prognath.

Nr. 6 (6) Pachacamác.

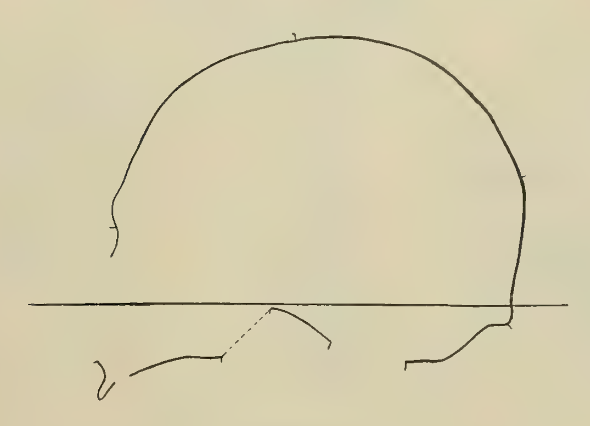


Fig. 6.

Nr. 6 (6). Der Schädel, ohne Unterkiefer, ist männlich, wohl etwas über mittleren Lebensalters, mit occipitaler, links stärkerer Abflachung. Die „Schnürfurchen“ deutlich, die vordere Sagittalcriste, durch welche erstere getrennt werden, gut ausgebildet. Von der vorderen Sagittalcriste zieht sich hier, wie bei allen diesen Schädeln, je eine etwa 1 cm breite Binderinne, Schnürfurche, über die Scheitelbeine direct hinter der Kranznath hin. Die Stirnabflachung minimal.

Dieser Schädel zeigt, als einer der wenigen, bei welchem das der Fall ist, an der occipitalen Druckfläche und soweit diese reicht, eine Verwachsung der Näthe. Die Spitze der Lambdanath und etwa die (hintere) Hälfte der Sagittalnath sind verwachsen und man kann sich dem Eindrucke, dass dieser theilweise Nathverschluss mit der Druckwirkung auf das Hinterhaupt in einem gewissen ursächlichen Zusammenhang stehe, um so weniger entziehen, als alle anderen sonstigen Schädelnäthe offen und normal sind. Dabei spricht für ein schon fortgeschritteneres Lebensalter, dass rechts die beiden hinteren Molaren, links der Weisheitszahn schon während des Lebens zu Verlust gegangen waren.

In der Nähe des linken Scheitelbeinhöckers zeigt der Schädel einen künstlich, während des Lebens hergestellten, ovalen, etwa daumenbreiten Knochendefect mit den Zeichen beginnender Heilung. Die Ränder der Knochenwunde sind mit einem Instrument mit unregelmässiger, schartiger Schneide, vielleicht also mit einem Steinmesser, ausgeschabt. Es ist zweifellos eine Trepanation während des Lebens, vielleicht nach einer Schädelverwundung durch einen Axthieb, wofür die längliche Form des Knochendefectes sprechen würde. Stärkere Entzündungserscheinungen zeigen die Knochenwundränder nicht.

Der Schädel ist prognath, Profilwinkel 82°, Alveolarwinkel 71°. Seiner allgemeinen Form nach ist der Schädel hyperbrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 86,47, und mit einem Längenhöhen-Index von 76,47 schwach hochköpfig, mässig hypsicephal. Das Gesicht ist mässig breit, chamaeprosop mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 48,57. Die Nase ist schmal, leptorrhin mit einem Nasen-Index von 46,15; die Augenhöhlen sind sehr hoch und weit, der

Augenhöhlen-Index beträgt 90,00, hypsiconch; der Gaumen ist mit einem Gaumen-Index von 80,77 relativ schmal, eben die Grenze der mittelbreiten Gaumen, der Mesostaphylinie, überschreitend.

Die Schädelcapacität ist für einen männlichen Schädel bemerkenswerth klein, 1230 ccm, dem entsprechend auch der kleine Horizontalumfang 502 mm, der ganze Sagittalbogen misst 350 mm. Das Hinterhaupt erscheint stark verkürzt. Der äussere Sattelwinkel ist 55⁰.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1230 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	170 mm	Obergesichtshöhe	68
„ Breite	147	Jochbreite	140
Gerade Höhe	130	Gesichtsbreite	99
Ohrhöhe	112	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	87	„ Breite	40
Basilare Länge des Vorderhaupts	84	Nase, Höhe	52
Horizontalumfang	502	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	123	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	122	„ Breite	42 (41)
„ „ Squama occipitalis	105	Profilwinkel	82^0—71^0
Ganzer Sagittalbogen	350		
Kleinste Stirnbreite	94		
Länge der Schädelbasis	100		
Breite „ „	114		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	86,47	Obergesichts-Index	48,57
Längenhöhen-Index	76,47	Orbital-Index	90,00
Ohrhöhen-Index	65,88	Nasen-Index	46,15
Hinterhaupts-Index	51,17	Gaumen-Index	80,77

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, Eurycephalie der Nannocephalie zuneigend, hyperbrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop an der Grenze der Mesoprosopie, hypsiconch, leptorrhin, mesostaphylin, prognath.

Nr. 7 (7) Pachacamác.

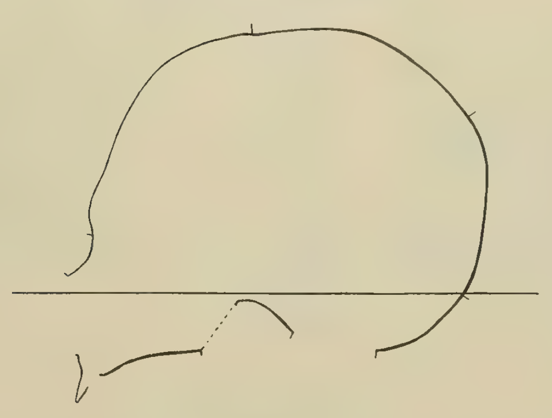


Fig. 7.

Nr. 7 (8). Dieser männliche Schädel ohne Unterkiefer zeigt die im Allgemeinen bei diesen Schädeln hervortretende Art der Deformation in charakteristischer Weise. Die occipitale Abflachung ist stark, links stärker, also unsymmetrisch. Die Stirn ist ebenfalls stärker deformirt; sie ist in der mittleren Sagittallinie schwach gratartig erhoben und jederseits nach aussen und unten über die Stirnhöckergegend breit abgeflacht, die Stirnhöcker sind dadurch verdrückt, sie fehlen. Die Sagittalnath ist auf eine Strecke von etwa 2 cm hinter dem Bregma gratartig erhoben, von hier aus hinter der Kranznath über die vorderen Abschnitte der Scheitelbeine laufen, der Kranznath anfänglich parallel, die wie stets circa 2 cm breiten „Schnürfurchen“ nach abwärts gegen die Schläfen zu. Alle Schädelnäthe sind noch offen und vollkommen normal, ohne Schaltknochen; auch die Ohröffnungen sind nicht irgendwie anormal. Profilwinkel 84°—75°, orthognath.

Seiner Hauptform nach ist der Schädel hyperbrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 87,27 und mässig hypsicephal, hochköpfig, mit einem Längenhöhen-Index von 78,87. Das Gesichtsskelett ist von wenig breiter Form, schwach chamaeprosop, mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 50,00 an der Grenze der Schmalgesichtigkeit, Leptoprosopie, stehend. Die Nase ist schmal, leptorrhin, Nasen-Index 43,75; die Augenhöhlen sehr hoch und weit, Augenhöhlen-Index 97,30. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 68,42.

Die Schädelcapacität ist mit 1185 ccm für einen männlichen Schädel bemerkenswerth gering, ebenso der Horizontalumfang des Schädels mit 488 mm und der ganze Sagittalbogen mit 346 mm.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1185 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	165 mm	Obergesichtshöhe	66
„ Breite	144	Jochbreite	132
Gerade Höhe	130	Gesichtsbreite	94
Ohrhöhe	113	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	86	„ Breite	37
Basilare Länge des Vorderhaupts	76	Nase, Höhe	48
Horizontalumfang	488	„ Breite	21
Sagittalbogen des Stirnbeins	116	Gaumen, Länge	57
„ der Parietalia	107	„ Breite	39 (38)
„ „ Squama occipitalis	123	Profilwinkel	84°—75°
Ganzer Sagittalbogen	346		
Kleinste Stirnbreite	87		
Länge der Schädelbasis	94		
Breite „ „	120		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	87,27	Obergesichts-Index	50,00
Längenhöhen-Index	78,77	Orbital-Index	97,30
Ohrhöhen-Index	68,48	Nasen-Index	43,75
Hinterhaupts-Index	51,12	Gaumen-Index	68,42

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, nannocephal, hyperbrachycephal, hypsicephal, mesoprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostapylin, orthognath mit Alveolarprognathie.

Nr. 8 (4) Pachacamác.

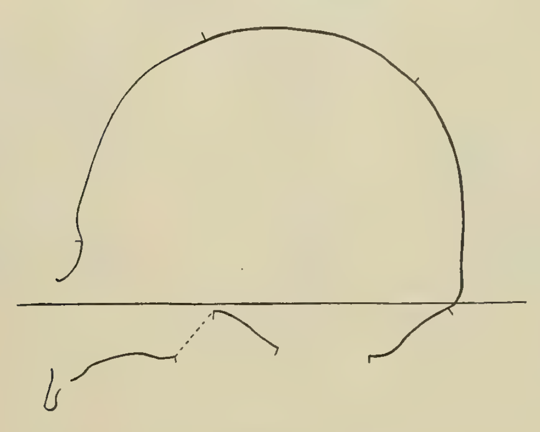


Fig. 8.

Nr. 8 (4). Die Deformation dieses männlichen Schädels, ohne Unterkiefer, entspricht in allem Wesentlichen jener der im Vorausgehenden besprochenen Schädel, es zeigte sich occipitale und frontale Deformation und die beiden seitlichen Schnürrinnen hinter den beiden Schenkeln der Kranznath mit mittlerer, ziemlich starker gratartiger Erhebung des Vorderrandes der Sagittalnath und ihrer nächsten seitlichen Umgebung. Die occipitale Abflachung ist stark, das Hinterhaupt links bedeutend stärker abgeflacht als rechts, unsymmetrisch. Die seitlichen Coronalrinnen, „Schnürfurchen" oder Binderinnen, beginnen wie stets etwa 2 cm seitlich von dem „vorderen Sagittalgrat" und besitzen selbst eine Breite von etwa 2 cm. Das Lebensalter war wenig vorgeschritten, zwischen 30 und 40 Jahren, alle Zähne waren im Leben noch vorhanden, aber stark abgerieben. Dagegen sind alle Näthe offen, zeigen aber etwas mehr Anomalien als bei den übrigen Schädeln. In der Lambdanath und im hinteren Ende der Sagittalnath sind zahlreiche Worm'sche Knochen; rechts ist die Schläfe normal, links findet sich ein trennender Schläfenschaltknochen bei sonst gut ausgebildeter Schläfengegend.

Dieser Schädel ist der einzige der hier aus Pachacamác und Ancon zur Untersuchung vorliegenden, welcher eine Verwachsungsspur eines grossen Os Incae erkennen lässt, die Sutura transversa occipitalis fötalis R. Virchow's ist links 26, rechts 10 mm weit noch offen.

Wie bei allen anderen Schädeln dieser Untersuchungsreihe wurde die Schädelbasis auf die Symmetrie ihrer centralen Theile geprüft: der sagittale Längsdurchmesser der Schädelbasis verläuft vollkommen gerade, ebenso der Sagittaldurchmesser des Foramen magnum. Senkrecht auf die Sagittalmittellinie der Schädelbasis stehen, vollkommen symmetrisch, die Kiefergelenke, die Hinterhaupts-Gelenkfortsätze, die Zitzenfortsätze. Auch das Gesicht ist nicht weiter deformirt, speciell die Sutura zygomatica-maxillaris steht rechts und links gleich weit, symmetrisch, nach vorne. Die Ohröffnungen sind normal. Der Profilwinkel ist prognath 77°—78°.

Die Hauptform des Schädels ist hyperbrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 88,89. Der Längenhöhen-Index beträgt 85,18, ein entschieden hypsicephales, hochköpfiges Verhältniss.

Das Gesicht hat eine mittelbreite Form und überschreitet die Grenze der Leptoprosopie nur um Bruchtheile des Jochbreiten-Obergesichts-Index 50,72. Die Nase ist sehr schmal, leptorrhin, Nasen-Index 39,62; die Augenhöhlen sehr hoch und weit, Augenhöhlen-Index 97,22; hypsiconch; der Gaumen ist relativ schmal, mit einem Gaumen-Index von 73,68 leptostaphylin.

Die Schädelcapacität ist ziemlich gering, 1280 ccm, der Horizontalumfang nur 490 mm, der Sagittalbogen 334 mm. Aeusserer Sattelwinkel 57°.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1280 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	162 mm	Obergesichtshöhe	70
„ Breite	144	Jochbreite	138
Gerade Höhe	138	Gesichtsbreite	98
Ohrhöhe	116	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	77	„ Breite	36
Basilare Länge des Vorderhaupts	78	Nase, Höhe	53
Horizontalumfang	490	„ Breite	21
Sagittalbogen des Stirnbeins	104	Gaumen, Länge	57
„ der Parietalia	125	„ Breite	42 (41)
„ „ Squama occipitalis	115	Profilwinkel	78°—77°
Ganzer Sagittalbogen	334		
Kleinste Stirnbreite	93		
Länge der Schädelbasis	94		
Breite „ „	129		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	88,89	Obergesichts-Index	50,72
Längenhöhen-Index	85,18	Orbital-Index	97,22
Ohrhöhen-Index	71,60	Nasen-Index	39,62
Hinterhaupts-Index	43,82	Gaumen-Index	73,68

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal zu Nannocephalie neigend, hyperbrachycephal, hypsicephal, mesoprosop zur Chamaeprosopie neigend, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 9 (17) Pachacamác.

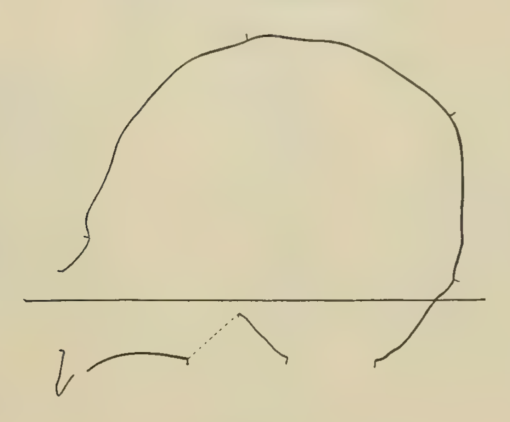


Fig. 9.

Nr. 9 (17). Männlicher Schädel ohne Unterkiefer, von hohem Lebensalter. Frontal und besonders stark occipital abgeflacht, rechts etwas (wenig) stärker, fast symmetrisch. Sehr auffällig ausgebildeter vorderer Sagittalgrat hinter dem Bregma, davon ausgehend „Schnürfurchen“ (Coronalrinnen), rechts und links über die Scheitelbeine hinziehend. Das Stirnbein besitzt einen flachen, sagittal in der Mittellinie vom Bregma nach abwärts ziehenden „künstlichen“ Mittelgrat, davon nach rechts und links ist die Stirnhöckergegend abgeplattet. Die Zähne sind stark defect, sowohl rechts als links fehlten schon während des Lebens alle 3 Molaren. Trotzdem sind alle Näthe am Schädel noch offen und normal; links ein Worm'scher Knochen in der Mitte der Lambdanath resp. in der hinteren fötalen Fontanelle zwischen oberem und unterem Scheitelbein (fötaler Fontanellknochen). Die Stirn ist nach unten etwas schmal, mit energischen, etwas vorgebuchteten Augenbrauenwülsten.

Die Hauptform des Schädels ist hyperbrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 89,24. Der Längenhöhen-Index von 93,03 ist sehr hoch, hypsicephal. Das Gesicht ist relativ breit, chamaeprosop, mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 48,87. Die Nase ist schmal, leptorrhin, Nasen-Index 44,90; die Augenhöhlen sind mässig hoch und weit, aber doch hypsiconch, Augenhöhlen-Index 86,84; der Gaumen relativ schmal, leptostaphylin, mit einem Gaumen-Index von 69,08 (56,36). Der Profilwinkel beträgt 83°—73°, orthognath mit alveolarer Prognathie. Der äussere Sattelwinkel 55°.

Die Capacität des Hirnschädels beträgt nur 1125 ccm; der Horizontalumfang 465 mm, der ganze Sagittalbogen 327 mm, der Parietalbogen ist durch das seitliche Hinausdrücken der Scheitelbeine stark verkürzt im Verhältniss gegen Stirn- und Hinterhauptsbogen.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1125 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	158 mm	Obergesichtshöhe	65
„ Breite	141	Jochbreite	133
Gerade Höhe	147	Gesichtsbreite	97
Ohrhöhe	116	Orbita, Höhe	33
Horizontale Länge des Hinterhaupts	91	„ Breite	38
Basilare Länge des Vorderhaupts	85	Nase, Höhe	49
Sagittalbogen des Stirnbeins	111	„ Breite	22
„ der Parietalia	100	Gaumen, Länge	55
„ „ Squama occipitalis	116	„ Breite	38 (31)
Ganzer Sagittalbogen	327	Profilwinkel	83^0—73^0
Horizontalumfang	465		
Kleinste Stirnbreite	90		
Länge der Schädelbasis	98		
Breite „ „	124		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	89,24	Obergesichts-Index	48,87
Längenhöhen-Index	93,03	Orbital-Index	86,84
Ohrhöhen-Index	73,41	Nasen-Index	44,90
Hinterhaupts-Index		Gaumen-Index	69,08

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, nannocephal, hyperbrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, orthognath mit Alveolarprognathie.

Nr. 10 (10) Pachacamác.

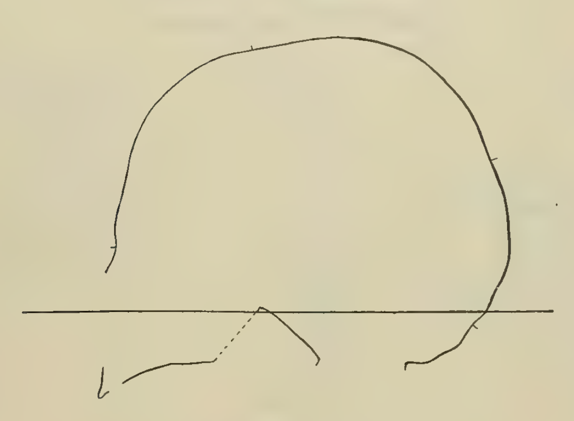


Fig. 10.

Nr. 10 (10). Dieser wahrscheinlich weibliche, jugendlich erwachsene Schädel besitzt eine nicht deformirte, normale Stirn, dagegen unsymmetrische occipitale Abflachung, links stärker, und deutliche Schnürfurchen (Coronalrinnen) jederseits hinter den beiden Kranznathschenkeln. Die Zähne sind alle entwickelt, aber wenig abgekaut, die Näthe offen und vollkommen normal, wie bei der überwiegenden Mehrzahl der übrigen Schädel dieser beiden Reihen. Die Entwickelung der Knochen des Hirnschädels ist bei allen eine auffallend normale, so dass „überzählige“ Schädelknochen zu den Seltenheiten und Ausnahmen gehören, im Gegensatz gegen das Verhalten der modernen europäischen Schädel, bei welchen sich so häufig eine Mehrzahl von überzähligen Knochen, namentlich in der Schläfengegend und in der Lambdanath, findet. Dieser Mangel an primären Störungen der Schädelknochen-Entwickelung bei diesen Alt-Peruanern darf vielleicht auf ein Fehlen der jetzt unter unserem Volke so verbreiteten Rhachitis bezogen werden. Der Profilwinkel beträgt 86° — 82°, Orthognathie. Der äussere Sattelwinkel misst 53°.

Die allgemeine Hirnschädelform ist bereits ultrabrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 90,74; der Längenhöhen-Index beträgt 82,71, ein mässig hohes, hypsicephales Verhältniss. Das Gesicht ist breit, der Jochbreiten-Obergesichts-Index ist aber nicht genau zu messen. Die Nase war mittelbreit, mesorrhin, mit einem Nasen-Index von 48,00; die Augenhöhlen sind sehr hoch und weit, der Augenhöhlen-Index von 94,59 stark hypsiconch. Der Gaumen mit einem Gaumen-Index von 76,92 ist relativ schmal, leptostaphylin.

Die Schädelcapacität misst 1260 ccm, für die weiblichen (?) Schädel der vorliegenden beiden Gruppen ein vergleichsweise hoher Werth; der Horizontalumfang ist dafür ebenso relativ hoch, 494; der ganze Sagittalbogen misst 344.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1260 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	162 mm	Obergesichtshöhe	63
„ Breite	147	Jochbreite	—
Gerade Höhe	134	Gesichtsbreite	—
Ohrhöhe	114	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	80	„ Breite	37
Basilare Länge des Vorderhaupts	87	Nase, Höhe	50
Horizontalumfang	494	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	118	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	119	„ Breite	40 (37)
„ „ Squama occipitalis	107	Profilwinkel	86°—82°
Ganzer Sagittalbogen	344		
Kleinste Stirnbreite	94		
Länge der Schädelbasis	97		
Breite „ „	123		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	90,74	Obergesichts-Index	—
Längenhöhen-Index	82,71	Orbital-Index	94,59
Ohrhöhen-Index	70,37	Nasen-Index	48,00
Hinterhaupts-Index	49,38	Gaumen-Index	76,92

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, eurycephal zur Nannocephalie neigend, ultrabrachycephal zur Hyperbrachycephalie neigend, hypsicephal, hypsiconch, mesorrhin, leptostaphylin, orthognath.

Nr. 11 (14) Pachacamác.

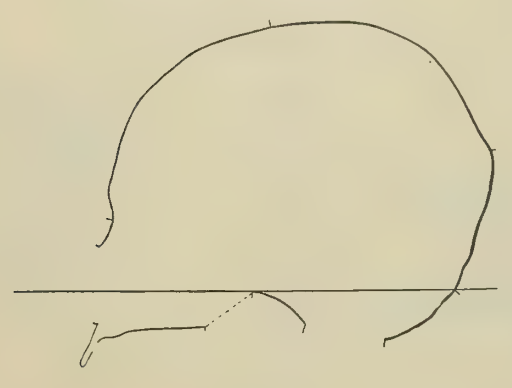


Fig. 11.

Nr. 11 (14). Auch bei diesem vielleicht weiblichen Schädel ist die frontale Deformation minimal, sie wäre geradezu zweifelhaft, wenn sich nicht bei sanftem Streichen mit den Fingerspitzen über die seitlichen Stirnpartien die Andeutung einer Abflachung ergeben würde. Dagegen ist die occipitale Deformation und Abflachung stark, symmetrisch. Die Pfeilnath ist innerhalb der Hinterhaupts-Druckfläche etwas vertieft gelagert, die seitlichen Partien der Scheitelbeine wölben sich entsprechend etwas stärker heraus, wodurch das Bild einer (beginnenden) Lappung des Hinterhaupts gegeben ist. Die Schnürfurchen (Coronalrinnen) auf den Vorderabschnitten der Scheitelbeine, jederseits hinter dem entsprechenden Kranznathschenkel, sind deutlich, der vordere Sagittalgrat ist zwar flach, aber, wie immer, gut erkennbar. Gegen die Schläfengegend zu werden, wie stets bei diesen Schädeln, die Schnürfurchen (Coronalrinnen) deutlicher, schärfer ausgeprägt. Das Lebensalter war ein jugendlich erwachsenes, die Weisheitszähne sind da, aber der linke noch wenig abgenützt, die übrigen Zähne stärker. Alle Schädelnäthe sind offen und normal. Aeusserer Sattelwinkel 59°; Profilwinkel schwach prognath 82°.

Die allgemeine Schädelform ist ultrabrachycephal und mässig hypsicephal, der Längenbreiten-Index 91,82, der Längenhöhen-Index 79,87. Das Gesicht war breit, chamaeprosop, mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 47,29. Die Nase war relativ breit, platyrrhin, mit einem Nasen-Index von 53,49. Die Augenhöhlen erscheinen mit dem mässig hohen, mesoconchen Augenhöhlen-Index von 80,95 gegenüber der Mehrzahl der übrigen Schädel dieser Reihen verhältnissmässig niedrig. Der Gaumen ist schmal, Gaumen-Index 66,66, leptostaphylin.

Die Schädelcapacität ist gering, 1175 ccm, der Horizontalumfang des Hirnschädels nur 474 mm, sein ganzer Sagittalbogen 334 mm; dabei erscheint der Hinterhauptsbogen bedeutend verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1175 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	159 mm	Obergesichtshöhe	61
„ Breite	146	Jochbreite	129
Gerade Höhe	127	Gesichtsbreite	84
Ohrhöhe	113	Orbita, Höhe	34
Horizontale Länge des Hinterhaupts	88	„ Breite	42
Basilare Länge des Vorderhaupts	92	Nase, Höhe	43
Horizontalumfang	474	„ Breite	23
Sagittalumfang des Stirnbeins	119	Gaumen, Länge	54
„ der Parietalia	118	„ Breite	36 (36)
„ „ Squama occipitalis	97	Profilwinkel	82⁰
Ganzer Sagittalbogen	334		
Kleinste Stirnbreite	92		
Länge der Schädelbasis	91		
Breite „ „	115		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	91,82	Obergesichts-Index	47,29
Längenhöhen-Index	79,87	Orbital-Index	80,95
Ohrhöhen-Index	71,07	Nasen-Index	53,49
Hinterhaupts-Index	55,34	Gaumen-Index	66,66

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, ultrabrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, mesoconch, platyrrhin, leptostapylin, prognath zur Orthognatie neigend.

Nr. 12 (3) Pachacamác.

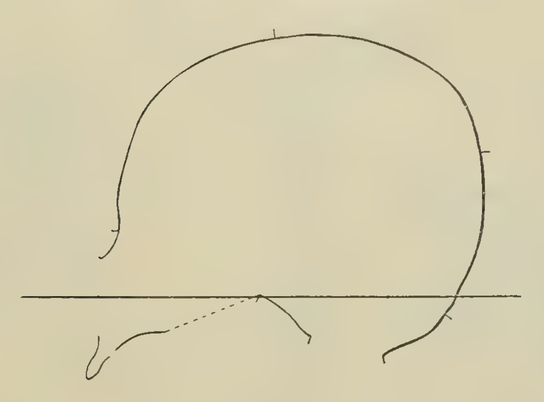


Fig. 12.

Nr. 12 (3). Dieser vielleicht weibliche Schädel ohne Unterkiefer zeigt keine Deformirung der Stirne und nicht sehr stark, aber deutlich entwickelte Schnürfurchen (Coronalrinnen) hinter der Kranznath in der für diese Schädel charakteristischen Weise ausgeprägt und verlaufend. Die occipitale Abplattung ist stark, aber unsymmetrisch, nach links stärker als nach rechts, so dass das Hinterhaupt auffallend schief gedrückt erscheint. Trotzdem ist weder die mittlere Sagittallinie der Schädelbasis schief oder verschoben, noch die Stellung des Foramen magnum, der Condylen des Hinterhaupts, der Zitzenfortsätze und der Kiefergelenkgruben irgend merkbar verschoben, sie stehen in einer senkrechten Richtung ihrer Verbindungslinien auf die Sagittale. Auch das Gesichtskelett erscheint vollkommen symmetrisch. Die Scheitelcurve ist schön gewölbt. Der Schädel ist sonach ein gutes Beispiel „rein“ occipitaler Deformation. Das Lebensalter ist ein jugendliches, alle Schädelnäthe sind offen und vollkommen normal, im gut gebildeten Gebiss fehlt, als schon während des Lebens zu Verlust gegangen, nur ein Zahn, der rechte Weisheitszahn. Der äussere Sattelwinkel beträgt 52°; der Profilwinkel 80°—75°, der Schädel ist sonach schiefzähnig, prognath.

Die Hauptform des Schädels ist extrem ultrabrachycephal, in hohem Grade verkürzt und verbreitert, mit einem Längenbreiten-Index von 99,32. Dabei ist der Schädel sehr hoch mit einem Längenhöhen-Index von 83,89, hypsicephal. Das Gesicht ist relativ breit und kurz, mesoprosop zur Chamaeprosopie neigend, mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 50,82. Die Nase ist breit, platyrrhin, mit einem Nasen-Index von 55,81. Der Augenhöhlen-Index beträgt 89,47, die Augenhöhlen sind rel. mässig hoch und weit, hypsiconch. Der Gaumen ist schmal leptostaphylin, der Gaumen-Index beträgt 75,51.

Die Schädelcapacität ist klein, 1190 ccm. Der Horizontalumfang beträgt nur 465 mm, der ganze Sagittalbogen 326 mm. Die äusseren Gehörgänge sind normal, wie stets, wenn Nichts bemerkt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1190 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	149 mm	Obergesichtshöhe	62
„ Breite	148	Jochbreite	122
Gerade ganze Höhe	125	Gesichtsbreite	94
Ohrhöhe	110	Orbita, Höhe	34
Horizontale Länge des Hinterhaupts	70	„ Breite	38
Basilare Länge des Vorderhaupts	73	Nase, Höhe	43
Horizontalumfang	465	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	112	Gaumen, Länge	49
„ der Parietalia	112	„ Breite	37 (36)
„ „ Squama occipitalis	102	Profilwinkel	80°—75°
Ganzer Sagittalbogen	326		
Kleinste Stirnbreite	87		
Länge der Schädelbasis	87		
Breite „ „	117		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	99,32	Obergesichts-Index	50,82
Längenhöhen-Index	83,89	Orbital-Index	89,47
Ohrhöhen-Index	73,82	Nasen-Index	55,81
Hinterhaupts-Index	46,97	Gaumen-Index	75,51

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, extrem ultrabrachycephal, hypsicephal, mesoprosop zur Chamaeprosopie neigend, hypsiconch, platyrrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 13 (11) Pachacamác.

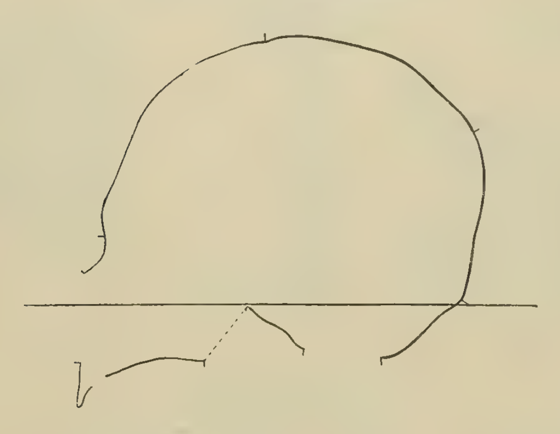


Fig. 13.

Nr. 13 (11). Der gut entwickelte, jugendliche, männliche Schädel ohne Unterkiefer zeigt starke, frontale und starke, occipitale Abplattung; auch die „Schnürfurchen" (Coronalrinnen) über die vorderen Abschnitte der Scheitelbeine hinter dem Bregma sind stark ausgeprägt und etwas breiter als sonst, sie greifen weiter über die Scheitelbeine nach hinten. Die starke Abplattung der Stirne lässt einen gut ausgesprochenen „künstlichen", sagittalen, mittleren Stirngrat erkennen, seitlich davon sind die Druckflächen breit und gross, so dass der Schädel auf jeder der beiden, auf der rechten Druckfläche nach rechts, auf der linken nach links geneigt, aufrecht stehen kann. Die Stirnabplattungen sind ganz symmetrisch, ebenso die Abplattung des Hinterhaupts. Der sagittalen Mittellinie des Hinterhaupts entsprechend, zeigt sich eine rinnenartige, das hintere Drittel der Sagittalnath einziehende, Vertiefung, durch welche der Schädel hinten zweigelappt aussieht. Alle Zähne waren zwar schon entwickelt, aber nur wenig abgenützt; alle Schädelnäthe sind offen und vollkommen normal, nur in der kleinen Fontanelle ein kleiner Fontanellknochen. Da auch die Synchondrosis spheno-occipitalis noch nicht ganz fest verknöchert ist, so ist der Schädel als jugendlich zu bezeichnen, Lebensalter wohl unter 20 Jahren. Die Ohröffnungen sind normal, der äussere Sattelwinkel beträgt 54°; der Profilwinkel steht mit 83°—82° an der Grenze der Orthognathie gegen die Prognathie.

Die allgemeine Schädelform zeigt eine extreme Verkürzung und Verbreiterung, so dass, wie bei den im Folgenden noch zu besprechenden Schädeln aus den Ruinen von Pachacamác, die Schädelbreite die Schädellänge in absolutem Maasse übertrifft, der Längenbreiten-Index ist 101,92, sonach extremst-brachycephal. Der Längenhöhen-Index 83,33 ist stark hypsicephal, der Schädel thurmkopfähnlich. Das Gesichtsskelet steht mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 50,71 an der Grenze der Schmalgesichtigkeit gegen die Breitgesichtigkeit,

es ist leptoprosop mit Hinneigung zu Chamaeprosopie, sonach in der That „mesoprosop". Der Nasen-Index von 44,23 zeigt ein leptorrhines Maass, die Nase war sonach relativ schmal. Die Augenhöhlen sind mittelhoch, mesoconch, Augenhöhlen-Index 83,33. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, der Gaumen-Index 78,17.

Die Schädelcapacität ist mässig, 1265 ccm. Der Horizontalumfang des Schädels misst nur 488 mm, der ganze Sagittalbogen 330 mm, der Hinterhauptsbogen zeigt sich dabei bedeutend verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1265 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	156 mm	Obergesichtshöhe	71
„ Breite	159	Jochbreite	140
Gerade Höhe	130	Gesichtsbreite	100
Ohrhöhe	115	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	86	„ Breite	42
Basilare Länge des Vorderhaupts	95	Nase, Höhe	52
Horizontalumfang	488	„ Breite	23
Sagittalbogen des Stirnbeins	115	Gaumen, Länge	55
„ der Parietalia	122	„ Breite	43 (37)
„ „ Squama occipitalis	93	Profilwinkel	83°—82°
Ganzer Sagittalbogen	330		
Kleinste Stirnbreite	99		
Länge der Schädelbasis	95		
Breite „ „	124		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	101,92	Obergesichts-Index	50,71
Längenhöhen-Index	83,33	Orbital-Index	83,33
Ohrhöhen-Index	73,71	Nasen-Index	44,23
Hinterhaupts-Index	55,13	Gaumen-Index	78,17

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal mit Hinneigung zur Nannocephalie, extremst-brachycephal, hypsicephal, mesoprosop zur Chamaeprosopie hinneigend, mesoconch, leptorrhin, leptostaphylin, orthognath zur Prognathie neigend.

Nr. 14 (13) Pachacamác.

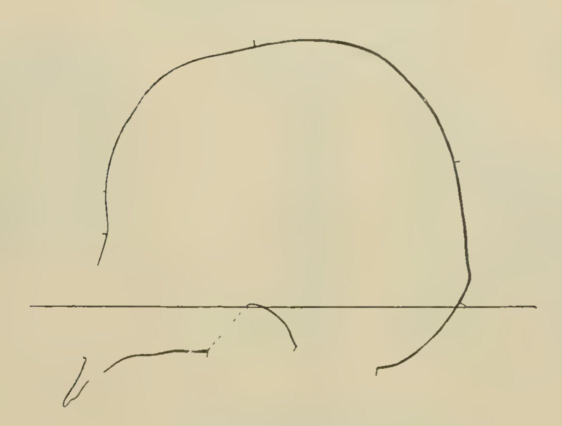


Fig. 14.

Nr. 14 (13). Männlicher Schädel von mittlerem Lebensalter, ohne Unterkiefer. Die Stirne lässt keine deutlichen Spuren der Abplattung erkennen, dagegen ist das Hinterhaupt stark symmetrisch abgeflacht. Der hintere Abschnitt, etwa ein Drittel der Sagittalnath, liegt gegen die Seitenpartien etwas vertieft, ohne dass eine eigentliche Lappung des Hinterhaupts dadurch hervorgebracht würde. Die Zähne sind alle entwickelt gewesen, aber noch relativ wenig abgekaut, dagegen zum Theil cariös: die beiden letzten Molaren links und der Weisheitszahn rechts. Die Schädelnäthe sind alle offen und fast vollkommen normal, nur in der rechten Schläfengegend ein kleiner, nicht trennender Schläfenschaltknochen und in der hinteren, kleineren Fontanelle ein kleiner Fontanellknochen. Der äussere Sattelwinkel beträgt 49, der Profilwinkel 77°, prognath.

Die allgemeine Schädelform ist, wie bei dem vorausgehenden Schädel, eine extremstbrachycephale, extrem verkürzt und verbreitert, so dass die Breite des Schädels seine Länge übertrifft, Längenbreiten-Index 102,77. Der Längenhöhen-Index zeigt einen stark thurmkopfähnlichen Werth von 89,58, übermässig hypsicephal. Das Mittelgesicht hat einen Jochbreiten-Obergesichts-Index von 52,63, ist sonach mesoprosop, mässig schmal. Die Nase war von mittlerer Breite, mesorrhin, mit einem Nasen-Index von 50,00. Die Augenhöhlen ziemlich hoch und weit, hypsiconch; Augenhöhlen-Index 88,09. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 71,18.

Der Inhalt des Hirnschädels, die Schädelcapacität, ist recht gering, 1130 ccm; der Horizontalumfang nur 480 mm und der ganze Sagittalbogen 327 mm. Der Hinterhauptsbogen ist durch die Abplattung auffällig verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1130 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	144 mm	Obergesichtshöhe	70
„ Breite	148	Jochbreite	133
Gerade Höhe	129	Gesichtsbreite	99
Ohrhöhe	111	Orbita, Höhe	37
Horizontale Länge des Hinterhaupts	72	„ Breite	42
Basilare Länge des Vorderhaupts	86	Nase, Höhe	52
Horizontalumfang	480	„ Breite	26
Sagittalbogen des Stirnbeins	113	Gaumen, Länge	59
„ der Parietalia	120	„ Breite	42 (38)
„ „ Squama occipitalis	94	Profilwinkel	77°
Ganzer Sagittalbogen	327		
Kleinste Stirnbreite	91		
Länge der Schädelbasis	92		
Breite „ „	121		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	102,77	Obergesichts-Index	52,63
Längenhöhen-Index	89,58	Orbital-Index	88,09
Ohrhöhen-Index	77,08	Nasen-Index	50,00
Hinterhaupts-Index	50,00	Gaumen-Index	71,18

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, nannocephal extremst-brachycephal, hypsicephal, mesoprosop, hypsiconch, mesorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 15 (12) Pachacamác.

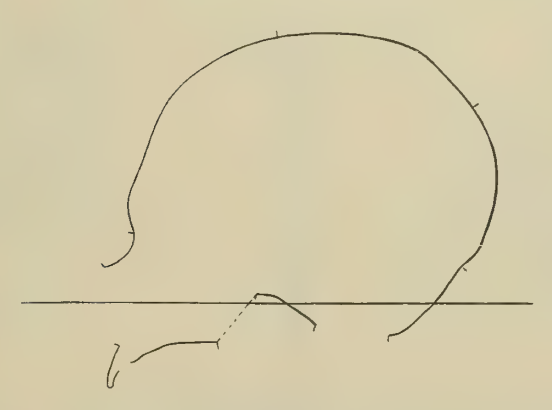


Fig. 15.

Nr. 15 (12). Dieser wahrscheinlich weibliche Schädel, ohne Unterkiefer, von jugendlich erwachsenem Lebensalter zeigt starke, frontale und occipitale, symmetrische Abplattung, ganz entsprechend, wie die bei Nr. 13 (11) beschrieben wurde. Der Schädel steht auf der rechten wie auf der linken Stirnhälfte, mit der entsprechenden Neigung, aufrecht, der künstliche Stirngrat ist dementsprechend deutlich ausgebildet. Ueber die hintere Hälfte der Sagittalnath zieht sich eine tiefe Rinne, die Nath liegt entsprechend eingezogen gegen die seitliche Umgebung. Die Zähne waren alle entwickelt, etwas abgekaut; die Näthe alle offen und im Wesentlichen normal, nur in der kleinen Fontanelle zwei kleine Schaltknöchelchen, ebenso in der Lambdanath jederseits zwei kleine Worm'sche Knochen. Die Ohröffnungen sind normal. Der äussere Sattelwinkel misst 63°. Der Profilwinkel beträgt 81°, schwache Prognathie.

Die allgemeine Schädelgestalt ist wieder extremst-brachycephal, breiter als lang, Längenbreiten-Index 103,29. Der Längenhöhen-Index ist stark hypsicephal, 81,58. Es ist das sonach auch eine Thurmkopfform. Das Gesicht, Obergesicht, ist mässig breit, chamaeprosop, mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 47,72. Die Nase war mittelbreit, mesorrhin, mit einem Nasen-Index von 47,82. Die Augenhöhlen sind hoch und weit, hypsiconch, Augenhöhlen-Index 85,36. Der Gaumen kurz und breit, brachystaphylin, Gaumen-Index 85,42.

Die Schädelcapacität ist mässig, 1215 ccm; der Horizontalumfang 480 mm, der ganze Sagittalbogen 319. Der Hinterhauptsbogen erweist sich durch die Abflachung bedeutend verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1215 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	152 mm	Obergesichtshöhe	63
„ Breite	157	Jochbreite	132
Gerade Höhe	124	Gesichtsbreite	92
Ohrhöhe	112	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	83	„ Breite	41
Basilare Länge des Vorderhaupts	83	Nase, Höhe	46
Horizontalumfang	480	„ Breite	22
Sagittalbogen des Stirnbeins	110	Gaumen, Länge	48
„ der Parietalia	118	„ Breite	41 (38)
„ „ Squama occipitalis	91	Profilwinkel	81°
Ganzer Sagittalbogen	319		
Kleinste Stirnbreite	88		
Länge der Schädelbasis	86		
Breite „ „	119		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	103,29	Mittelgesichts-Index	47,72
Längenhöhen-Index	81,58	Orbital-Index	85,36
Ohrhöhen-Index	73,68	Nasen-Index	47,82
Hinterhaupts-Index	54,61	Gaumen-Index	85,42

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, eurycephal an der Grenze der Nannocephalie, extremst-brachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, mesorrhin, brachystaphylin, prognath.

Nr. 16 (1) Pachacamác.

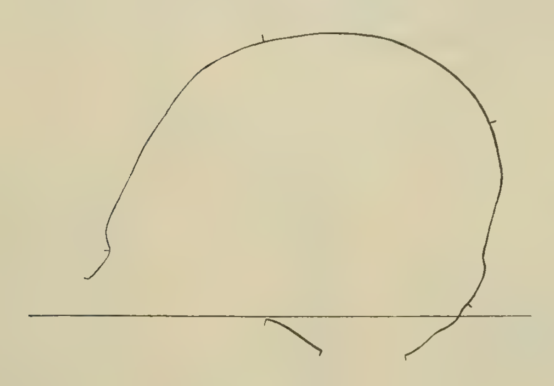


Fig. 16.

Nr. 16 (1) Taf. 3. Der mächtige männliche Schädel ohne Unterkiefer und mit theilweise zerbrochenem Obergesicht und fehlenden Alveolarfortsätzen des Oberkiefers zeigt sich in den drei bei diesen Schädeln hervortretenden Beziehungen sehr stark deformirt: er besitzt starke frontale und starke occipitale Deformirung und starke ausgesprochene Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen). Durch Vorbuchtung der Scheitelbeine auf beiden Seiten der Pfeilnath erscheint der Schädel ausgesprochen am Hinterhaupt zweilappig.

Eigenthümlich ist bei diesem Schädel die Deformirung der Stirn. Von oben her ziehen, die Partie des Stirnbeins vor dem Bregma frei lassend, so dass dieselbe etwas erhöht erscheint, zwei breite, flache Druckrinnen über das Stirnbein, gegen die Glabella zu convergirend und die Seitentheile des Stirnbeins frei lassend. Dadurch springen die letzteren jederseits als „künstliche obere Stirnwulste“ hervor, unter welchen auch die beiden wahren Stirnhöcker noch vorhanden sind.

Die Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen) sind sehr ausgesprochen, namentlich gegen die Mitte der Kranznath. Die Form der vorderen Sagittalcriste ist flach aber deutlich.

Die Rinne zwischen den hinteren Scheitelbeinabschnitten, welche die Lappung des Hinterhaupts hervorruft, ist breit und tief und durch ein schwaches Vorspringen der Sagittalnath in eine rechte und linke Hälfte gegliedert.

Die Scheitelbeine sind seitlich stark hervorgebuchtet, auch die Schläfenschuppen nehmen an dieser Vorbuchtung Theil. Die Scheitelbeine sind dabei seitlich stark convex zusammengebogen, in ihren oberen Partien dagegen abgeflacht, so dass die seitlichen Theile sich gegen die oberen fast in einem rechten Winkel abbiegen.

Die Schädelnäthe sind alle offen und im Wesentlichen normal. Das untere (Schläfen-) Ende der rechten Kranznath zeigt zwei über einander liegende Schaltknöchelchen, in der Lambdanath finden sich einzelne kleine Worm'sche Knochen.

Die Schädelbasis ist stark verkürzt, jedoch symmetrisch, und in ihren centralen Theilen, wie bei den anderen Schädeln dieser Reihen, nicht verdrückt. Der äussere Sattelwinkel misst 57°. Der Profilwinkel ist nicht zu messen.

Die allgemeine Schädelform ist wieder extremst-brachycephal, breiter als lang, Längenbreiten-Index 104,34. Der Längenhöhen-Index ist stark hypsicephal mit 83,23. Das Mittelgesicht war dem allgemeinen Eindruck nach breit. Die Nase war gross und, soweit das die zerbrochenen Nasenbeine noch beurtheilen lassen, gut gebaut. Die Nasenbeinrudimente sind in Beziehung auf den Nasenrücken elegant gewölbt. Die Augenhöhlen sind sehr weit und hoch, hypsiconch, mit einem Augenhöhlen-Index von 89,74. Die Ohröffnungen normal.

Die Schädelcapacität ist weitaus die grösste der ganzen Reihen der hier vorliegenden Alt-Peruanerchädel: 1510 ccm, ein auch absolut hoher Werth. Der Horizontalumfang ist dem entsprechend gross, 528 mm, der ganze Sagittalbogen dagegen nur 338 mm mit einer beträchtlichen Verkürzung des Hinterhauptsbogens.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1510 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	161 mm	Obergesichtshöhe	—
„ Breite	168	Jochbreite	138
Gerade Höhe	134	Gesichtsbreite	104
Ohrhöhe	120	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	68	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	95	Nase, Höhe	—
Sagittalbogen des Stirnbeins	115	„ Breite	—
„ der Parietalia	114	Gaumen, Länge	—
„ „ Squama occipitalis	109	„ Breite	—
Ganzer Sagittalbogen	338	Profilwinkel	—
Horizontalumfang	528		
Kleinste Stirnbreite	101		
Länge der Schädelbasis	100		
Breite „ „	130		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	104,34	Mittelgesichts-Index	—
Längenhöhen-Index	83,23	Orbital-Index	89,74
Ohrhöhen-Index	74,53	Nasen-Index	—
Hinterhaupts-Index	42,23	Gaumen-Index	—

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal an der Grenze der Kephalonie, extremst-brachycephal, hypsicephal, hypsiconch.

Nr. 17 (2) Pachacamác.

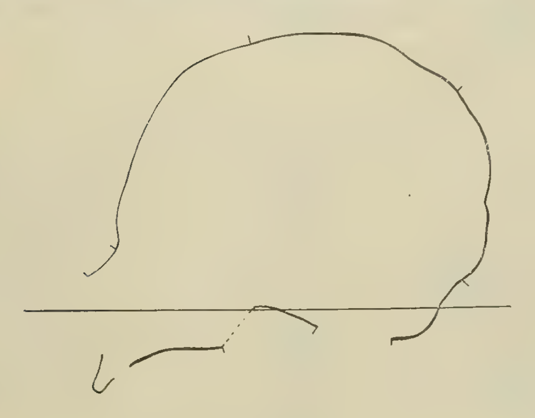


Fig. 17.

Nr. 17 (2) Taf. 4. Schwerer männlicher Schädel, ohne Unterkiefer, von über mittlerem Lebensalter. Die Form ist der von Nr. 16 (1) sehr ähnlich, auch bezüglich der einzelnen Deformationswirkungen. Der Schädel ist frontal und occipital abgeflacht und zeigt die charakteristischen Schnür- oder Bindespuren. Die Deformirung der Stirn ist jener des vorausstehenden Schädels Nr. 16 (1) ganz ähnlich. Das vor dem Bregma sich über die mittlere Stirnfläche etwas erhebende „künstliche“ Stirnbeindreieck, mit der Spitze gegen die Glabella gewendet, ist noch stärker ausgeprägt, ebenso die gegen die Glabella convergirenden flachen Druckrinnen, welche wieder die äusseren oberen Partien des Stirnbeins, rechts und links, als „künstliche Stirnbeinwülste“ hervordrängen, unter welchen auch hier die normalen Stirnbeinhöcker noch deutlich sind.

Die Schnürfurchen resp. die diesen entsprechenden ziemlich flachen Druckflächen setzen sich —, was bei keinem anderen Schädel dieser beiden Reihen so deutlich ist —, ununterbrochen rechts und links von den Vorderabschnitten der Scheitelbeine auf das Stirnbein fort; die vordere Sagittalcriste erhebt sich dem entsprechend erst etwas hinter dem hier mitabgeflachten oder wenigstens nicht vorspringenden Bregma.

Das Hinterhaupt ist stark abgeflacht und erscheint deutlich zweigelappt, hier aber in Folge eines kurzen, oben etwa 30 mm breiten, flachen Eindrucks, welcher den Charakter künstlicher Entstehung trägt.

Dieser Schädel zeigt als einer der wenigen, (s. Nr. 6), Nathverwachsungen, welche durch die Druckwirkungen veranlasst erscheinen. Verwachsen sind die zwei hinteren Drittel der Sagittalnath und ein Theil der linken mittleren Lambdanath, sonach beide Stellen im occipitalen Druckgebiet und in dessen nächsten Nähe. Das Gebiss ist, als Altersveränderung, schon ziemlich unvollständig. Links fehlen alle Molaren, rechts ist dagegen der letzte Molar, der Weisheitszahn, retinirt, nicht zum Durchbruch gekommen, in der Alveola sichtbar.

Im äusseren Gehörgang zeigt sich keine Anomalie. Die Schädelbasis ist zwar sehr stark verkürzt, aber in ihren wesentlichen centralen Theilen symmetrisch, in keiner Weise verdrückt. Der äussere Sattelwinkel misst 62°.

Die Hauptform des Schädels ist eine im extremsten Grade brachycephale, die Breite übertrifft die Länge des Schädels um 6,45 %!, Längenbreiten-Index 106,45. Der Längenhöhen-Index ist 81,93, also sehr hoch, hypsicephal. Das Gesichtsskelet ist breit und ziemlich kurz, chamaeprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 48,89. Der Nasen-Index beträgt 53,33, die Nase war sonach breit, platyrrhin. Die Augenhöhlen sind sehr hoch und weit, Augenhöhlen-Index 89,19. Der Gaumen schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 73,07.

Die Capacität des Schädels beträgt 1290 ccm, ist also mässig; der Horizontalumfang erreicht 500 nicht, er beträgt 496 mm; der ganze Sagittalbogen 330 mm. Der Hinterhauptsbogen ist bedeutend verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1290 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	155 mm	Obergesichtshöhe	66
„ Breite	165	Jochbreite	135
Gerade Höhe	127	Gesichtsbreite	101
Ohrhöhe	114	Orbita, Höhe	33
Horizontale Länge des Hinterhaupts	77	„ Breite	37
Basilare Länge des Vorderhaupts	86	Nase, Höhe	45
Horizontalumfang	496	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	110	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	130	„ Breite	38 (39)
„ „ Squama occipitalis	390	Profilwinkel	83°—75°
Ganzer Sagittalbogen	330		
Kleinste Stirnbreite	90		
Länge der Schädelbasis	90		
Breite „ „	128		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	106,45	Obergesichts-Index	48,89
Längenhöhen-Index	81,93	Orbital-Index	89,19
Ohrhöhen-Index	73,54	Nasen-Index	53,33
Hinterhaupts-Index	49,67	Gaumen-Index	73,07

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal zur Nannocephalie neigend, noch über extremst-brachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, platyrrhin, leptostaphyln, orthognath mit Alveolarprognathie.

II. 15 Schädel aus Ancon.

Nr. 18 (33) Ancon.

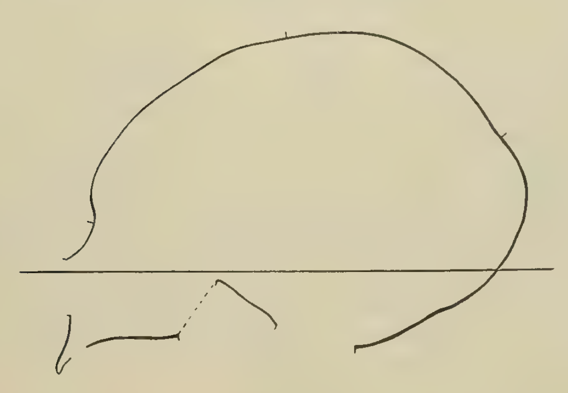


Fig. 18.

Nr. 18 (33) Taf. 5. Dolichocephaler, vielleicht weiblicher Schädel ohne Unterkiefer, Flach- und Langkopf, extrem lang und schmal, künstliche Veränderung einer mesocephalen oder schwach brachycephalen Schädelform in eine dolichocephale durch Wirkung von „Binden“. Die Bindespuren beginnen über den Augenbrauenbogen und zeigen sich von da weiter nach hinten bis zum Scheitel, das Hinterhaupt ist nicht etwa abgeflacht, sondern vorgebuchtet. Die Form des Schädels ist cylindrisch.

Die Bindespuren lassen nicht die Wirkung von eigentlichen Cirkelbinden erkennen, mit welchen etwa der Kopf eingewickelt gewesen wäre. Die Bindespuren entsprechen im Wesentlichen jenen, welche bei den Schädeln von Pachacamác zur Beobachtung kommen, und welche sich auch bei den im Folgenden zu beschreibenden Schädeln des Todtenfeldes von Ancon wiederholen. Die flach-rinnenartigen Eindrücke, welche hinter der Kranznath jederseits über die vorderen Partien der Scheitelbeine nach abwärts ziehen (Coronalrinnen), hängen über das Bregma nicht mit einander zusammen (wie sie das bei den künstlichen Dolichocephalen der Neuen Hebriden thuen, sondern beginnen erst seitlich von einer ausgesprochenen vorderen Sagittalkrista, diese mittleren Partien sind sonach auch bei diesem Schädel von der Druckwirkung frei geblieben.

Auch das Stirnbein ist nur seitlich abgeflacht und zeigt eine ausgesprochene mittlere „künstliche“ sagittale Erhebung. Jederseits von letzterer ist eine deutliche Druckfläche auf der Stirn zu unterscheiden, wie bei den bisher beschriebenen deformirten Alt-Peruanerschädeln. Diese Stirndruckflächen streichen zwischen den noch sichtbaren normalen Stirnhöckern und einem künstlich hervorgepressten oberen und etwas seitlichen Stirnbeinwulst hin.

Die Bindespuren hinter der Kranznath (Coronalrinnen) erscheinen als nach vorne deutlich begrenzte rinnenartige Eindrücke, nach hinten sind sie nicht scharf begrenzt und verbreitern sich so beträchtlich, dass die Druckwirkung die Gegend der Scheitelbeinhöcker erreicht und die letzteren niedergepresst hat. In ihren oberen Abschnitten sind diese Bindespuren beiderseits etwa 25 mm

breit, verbreitern sich dann rechts auf mehr als 40 mm und links auf mehr als 30 mm. Diese Bindespuren gehen dann zum Hinterkopf und vereinigen sich unter diesem. Die „Binde“ wurde also, jederseits, von der Stirn ausgehend unter dem Hinterkopf herumgeführt; eine zweite „Binde“ wirkte vom Scheitel nach vorwärts und abwärts.

Durch die von der Stirn unter dem Hinterkopf herumgeführte „Binde“ wurde der Hinterkopf nach hinten hervorgepresst, indem die Seitentheile des Schädels comprimirt wurden. Dieselbe „Bindenvorrichtung“, combinirt mit der zweiten, vom Scheitel nach vorn und abwärts wirkenden, erniedrigte den Schädel.

Spuren einer occipitalen Abflachung fehlen, wie gesagt, vollkommen, das Hinterhaupt ist, wie bei den beiden Mesocephalen von Pachacamác, nach hinten ausgezogen. Diese zum Theil wenigstens noch normal erhaltene Form des Hinterhaupts erweckt den Gedanken, dass die normale Urform des Schädels die mesocephale war.

Die Schädelnäthe sind alle offen, in der Schläfengegend jederseits ein schmaler langer trennender Schläfenschaltknochen, links noch ein kleiner davor. In der Lambdanath einige kleine Worm'sche Knochen. Die Zähne zeigen sich wenig abgerieben, während des Lebens war nur der rechte Weisheitszahn verloren gegangen. Der Schädel gehörte sonach einem Individuum jugendlich-erwachsenen Alters an. Augenbrauenbogen fehlten. Die Schädelbasis ist symmetrisch. Der äussere Sattelwinkel 45°, der Gesichtswinkel prognath, 79°—72°.

Die extreme, künstliche Dolichocephalie spricht sich in dem Längenbreiten-Index 69,44 aus; die Niedrigkeit, die Chamaecephalie in dem Längenhöhen-Index von 68,88. Längenbreiten- und Längenhöhen-Index sind sonach beide 69, fast gleich, als Ausdruck der cylindrischen Schädelform. Das Gesicht ist ziemlich schmal, leptoprosop (mesoprosop) Jochbreiten-Obergesichts-Index 51,18. Die Nase war kurz und breit, platyrrhin, Nasen-Index 51,11. Die Augenhöhlen extrem weit und hoch mit einem Augenhöhlen-Index von 94,73. Der Gaumen schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 63,63.

Die Schädelcapacität ist sehr gering 1080 ccm; der Horizontalumfang dagegen 475 mm und der ganze Sagittalbogen 356 mm. Der Hinterhauptsbogen zeigt eine entschiedene Vergrösserung gegenüber dem Scheitelbeinbogen.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1080 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	180 mm	Obergesichtshöhe	65
„ Breite	125	Jochbreite	127
Gerade Höhe	124	Gesichtsbreite	97,7
Ohrhöhe	107	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	115	„ Breite	38
Basilare Länge des Vorderhaupts	77	Nase, Höhe	45
Horizontalumfang	475	„ Breite	23
Sagittalbogen des Stirnbeins	120	Gaumen, Länge	55
„ der Parietalia	110	„ Breite	35 (39)
„ „ Squama occipitalis	126	Profilwinkel	79°—72°
Ganzer Sagittalbogen	356		
Kleinste Stirnbreite	94		
Länge der Schädelbasis	87		
Breite „ „	113		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	69,44	Obergesichts-Index	51,18
Längenhöhen-Index	68,88	Orbital-Index	94,73
Ohrhöhen-Index	59,44	Nasen-Index	51,11
Hinterhaupts-Index	63,88	Gaumen-Index	63,63

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, hyperdolichocephal, chamaecephal, mesoprosop, hypsiconch, platyrrhin an der Grenze der Mesorrhinie, leptostaphylin, prognath.

Nr. 19 (29) Ancon.

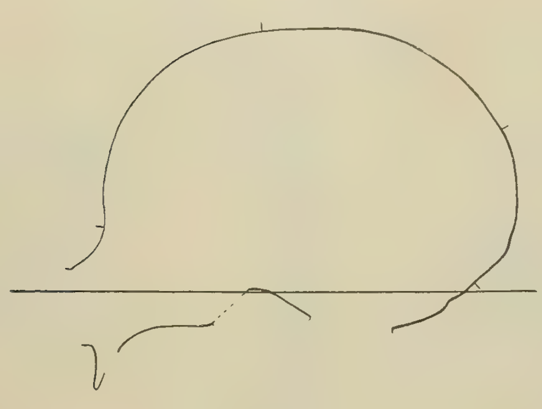


Fig. 19.

Nr. 19 (29). Männlicher aber graciler, jugendlicher Schädel, in frontaler und occipitaler Richtung nicht deformirt. Ausser den schwachen Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen) zeigt der Schädel keine Deformirung. Er scheint sonach eine annähernd normale unveränderte typische Form für das Todtenfeld von Ancon darzustellen.

Immerhin scheint seine Höhe etwas durch die Bindevorrichtungen verringert, der Schädel ist ziemlich flach. Die gewöhnlichen beiden „Schnürfurchen“ (Coronalrinnen), rechts und links von einem flachen, ziemlich breiten vorderen Sagittalgrat, sind schwach entwickelt, schwache seitliche Druckflächen ziehen über den gut sichtbaren Stirnhöckern nach aussen über die Stirne. Die Parietalhöcker sind stark, das Hinterhaupt ist schwach ausgezogen, ähnlich, nur schwächer, wie bei den Mesocephalen von Pachacamác. Die Schädelnäthe sind oben offen und, bis auf einige kleine Worm'sche Knochen in der Lambdanath, vollkommen normal. Die Zähne waren im Leben noch alle erhalten, die Weisheitszähne sind auffallend viel kleiner als die beiden anderen Molaren, die Zähne wenig abgerieben, perlenartig klein und kurz. Die Schädelbasis ist vollkommen symmetrisch; die Ohröffnungen normal. Aeusserer Sattelwinkel 53°. Die Nasenbeine gross und stark gewölbt, trotzdem die Nasenöffnung fein, leptorrhin, Nasen-Index 46,94. Gesichtswinkel 84,5°—80°, orthognath mit schwacher Alveolar-Prognathie.

Die Hauptschädelform ist mit einem Längenbreiten-Index von 80,23 brachycephal, kurzköpfig eben an der Grenze der Mesocephalie stehend und dadurch den an der Grenze der Brachycephalie stehenden Mesocephalen des Todtenfeldes von Pachacamác sich sehr annähernd. Der Längenhöhen-Index beträgt nur 71,51, ein orthocephaler, mittlerer Werth, relativ niedrig. Das Gesicht ist noch schmal, leptoprosop eben an der Grenze der Breitgesichtigkeit stehend, mesoprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 50,77. Die Nase ist wie gesagt leptorrhin, schmal. Nasen-Index 46,94. Die Augenhöhlen sind in ganz extremem Grade weit und hoch, 97,30 der Augenhöhlen-Index. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 76,92.

Die Schädelcapacität beträgt nur 1200 ccm, der horizontale Schädelumfang 490 mm, der ganze Sagittalbogen 345 mm. Der Hinterhauptsbogen ist nicht verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1200 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	172 mm	Obergesichtshöhe	66
„ Breite	138	Jochbreite	130
Gerade Höhe	123	Gesichtsbreite	95
Ohrhöhe	108	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	95	„ Breite	37
Basilare Länge des Vorderhaupts	89	Nase, Höhe	49
Horizontalumfang	490	„ Breite	23
Sagittalbogen des Stirnbeins	120	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	111	„ Breite	40 (41)
„ „ Squama occipitalis	114	Profilwinkel	84°—80°
Ganzer Sagittalbogen	345		
Kleinste Stirnbreite	93		
Länge der Schädelbasis	96		
Breite „ „	114		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	80,23	Obergesichts-Index	50,77
Längenhöhen-Index	71,51	Orbital-Index	97,30
Ohrhöhen-Index	62,79	Nasen-Index	46,94
Hinterhaupts-Index	55,23	Gaumen-Index	76,92

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, nannocephal an der Grenze der Eurycephalie, brachycephal, orthocephal, mesoprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, orthognath mit schwacher Alveolarprognathie.

Nr. 20 (31) Ancon.

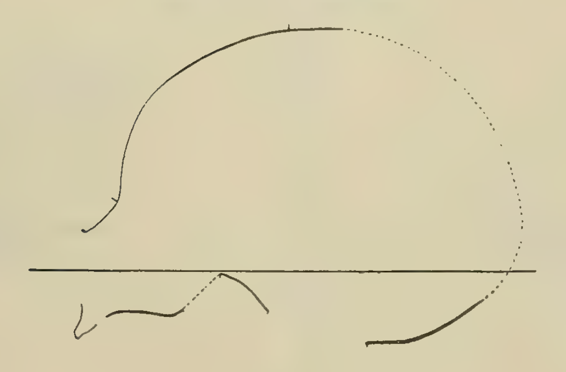


Fig. 20.

Nr. 20 (31). Wenig oder nicht deformirter kindlicher Schädel mit Haaren. Etwas flach, die Weisheitszähne sind noch nicht durchgebrochen, die Sphenobasilarfuge weit offen, Lebensalter 8—9 Jahre. Er zeigt nur schwache Druckflächen über Scheitel und Vorderhaupt; doch ist die Stirn sehr wenig und das gerundete Hinterhaupt nicht deformirt. Danach ist das eine annähernd normale, durch Deformation nur wenig veränderte kindliche Form des Todtenfeldes von Ancon. Alle Näthe offen und, ausser einigen Worm'schen Knöchelchen in der Lambdanath, vollkommen normal. Der äussere Sattelwinkel misst 52°; der Profilwinkel 77°—75°, prognath.

Die allgemeine Schädelform ist, wie die des vorausgehenden ebenfalls annähernd normalen Schädels, brachycephal an der Grenze der Mesocephalie, Längenbreiten-Index 80,35. Die Höhe ist relativ gering, wohl etwas abgeflacht, Längenhöhen-Index 70,83 ein mittleres, orthocephales Maass. Das Gesicht ist schmal, leptoprosop (mesoprosop), Jochbreiten-Obergesichts-Index 52,25. Die Nase ist schmal, leptorrhin, Nasen-Index 43,18. Die Augenhöhlen sind im extremsten Grade hoch und weit, Augenhöhlen-Index 100,00. Der Gaumen schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 63,83.

Die Capacität ist für das geringe Lebensalter im Verhältniss zu den Erwachsenen nicht klein, 1190 ccm; der Horizontalumfang 480 mm; der ganze Sagittalbogen 350 mm.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1190 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	168 mm	Obergesichtshöhe	58
„ Breite	135	Jochbreite	111
Gerade Höhe	119	Gesichtsbreite	81
Ohrhöhe	105	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	100	„ Breite	35
Basilare Länge des Vorderhaupts	75	Nase, Höhe	44
Horizontalumfang	480	„ Breite	19
Sagittalbogen des Stirnbeins	—	Gaumen, Länge	47
„ der Parietalia	—	„ Breite	30 (32)
„ „ Squama occipitalis	—	Profilwinkel	77⁰—75⁰
Ganzer Sagittalbogen	350		
Kleinste Stirnbreite	86		
Länge der Schädelbasis	81		
Breite „ „	94		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	80,35	Obergesichts-Index	52,25
Längenhöhen-Index	70,83	Orbital-Index	100,00
Ohrhöhen-Index	62,50	Nasen-Index	43,18
Hinterhaupts-Index	59,52	Gaumen-Index	63,83

Allgemeine Analyse der Schädelform.

Kindlich, nannocephal, brachycephal, orthocephal an der Grenze der Chamaecephalie, leptoprosop an der Grenze der Chamaeprosopie (mesoprosop), leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 21 (28) Ancon.

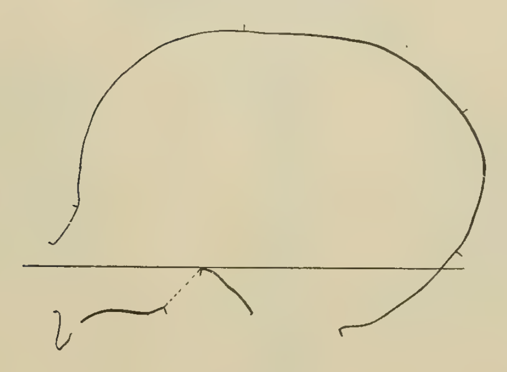


Fig. 21.

Nr. 21 (28). Jugendlicher vielleicht weiblicher Schädel. Der Schädel ist so gut wie gar nicht verkürzt und verbreitert. Die occipitale Abflachung ist nur minimal, die Druckfläche geht quer über das Lambdaende der beiden Scheitelbeine, die Spitze der Oberschuppe des Hinterhauptsbeines ist nur sehr wenig mit betroffen, im Ganzen erscheint das Hinterhaupt gewölbt. Dagegen ist die Abflachung der Scheitelbeine und der Stirn ziemlich stark. Hinter dem Bregma geht jederseits, durch die nur minimal sich erhebende Umgebung des vorderen Endes der Sagittalnath schwach getrennt, eine breite flache Druckfurche nach hinten und, weniger deutlich, nach abwärts. Das Stirnbein zeigt ein ziemlich gut ausgeprägtes mittleres Stirnbeindreieck, mit der Spitze, wie stets, der Glabella zugekehrt, seitlich davon zieht jederseits eine breite Druckfläche, über den gut ausgeprägten normalen Stirnhöckern, nach aussen und unten herab.

Der Schädel hat annähernd den gleichen Längenbreiten-Index wie die beiden vorausgehenden und ist in dieser Beziehung wahrscheinlich annähernd normal: 80,84, ein an der Grenze der Mesocephalie stehender Brachycephalus. Diese drei Schädel, mit annähernd gleichem Längenbreitenverhältniss — 80 — machen es wahrscheinlich, dass dieses als ein normales unter den Schädeln des Todtenfeldes von Ancon angesehen werden darf. Dagegen ist der Scheitel mit einem Längenhöhen-Index von 71,85, wie bei den vorausgehenden, trotz dieses mittleren, orthocephalen Höhenwerthes, zweifellos abgeflacht, erniedrigt. Das Gesicht steht mit einem Jochbreiten-Obergesicht-Index von genau 50,00 scharf zwischen Chamae- und Leptoprosopie, ist also im strengsten Wortsinn mesoprosop. Die Nase ist mittelbreit, mesorrhin, Nasen-Index 47,72. Die Augenhöhlen sind hoch und weit, Augenhöhlen-Index 88,23 hypsiconch. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 79,72.

Die Schädelcapacität ist gering, 1165 ccm. Der horizontale Schädelumfang beträgt 474 mm, der ganze Sagittalbogen 337 mm. Der Hinterhauptsbogen ist relativ gross, nicht verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1165 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	167 mm	Obergesichtshöhe	60
„ Breite	135	Jochbreite	120
Gerade Höhe	120	Gesichtsbreite	88
Ohrhöhe	101	Orbita, Höhe	30
Horizontale Länge des Hinterhaupts	103	„ Breite	34
Basilare Länge des Vorderhaupts	80	Nase, Höhe	44
Horizontalumfang	474	„ Breite	21
Sagittalbogen des Stirnbeins	113	Gaumen, Länge	47
„ der Parietalia	101	„ Breite	37 (36)
„ „ Squama occipitalis	123	Profilwinkel	82°
Ganzer Sagittalbogen	337		
Kleinste Stirnbreite	92		
Länge der Schädelbasis	86		
Breite „ „	108		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	80,84	Obergesichts-Index	50,00
Längenhöhen-Index	71,85	Orbital-Index	88,23
Ohrhöhen-Index	60,48	Nasen-Index	47,72
Hinterhaupts-Index	61,67	Gaumen-Index	79,72

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, brachycephal an der Grenze der Mesocephalie, orthocephal, mesoprosop, hypsiconch, mesorrhin an der Grenze der Leptorrhinie, leptostaphylin, prognath.

Nr. 22 (30) Ancon.

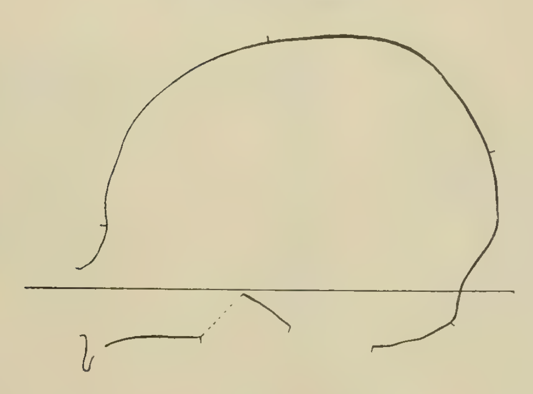


Fig. 22.

Nr. 22 (30). Männlicher, occipital deutlich deformirter kleiner und schwerer, knochenstarker Schädel. Die Stirn ist schmal, nicht, oder nur in geringstem Grade beiderseits seitlich, abgeplattet. Auch die Schnürfurche hinter der Kranznath (Coronalrinne), auf deren beiden Seiten, und der sie trennende vordere Sagittalgrat sind nur eben angedeutet. Die Näthe sind der Hauptsache nach offen, an den Schläfenenden der Kranznath und an den anderen Schläfennäthen zeigt sich beginnende senile Verwachsung, es ist das also der einzige bis hierher in den beiden Reihen der deformirten Peruanerschädel beobachtete Fall seniler Verwachsung der Schädelnäthe. Diese Verwachsung, mit welcher meist bei Europäerschädeln die senile Nathverschmelzung beginnt, hat mit Druckwirkungen bei der Schädeldeformation Nichts zu thun. Die erwähnten Schnürfurchen (Coronalrinnen) auf den vorderen Abschnitten der Scheitelbeine lassen sich nur bis zu den wulstartig vorstehenden oberen halbkreisförmigen Schläfenlinien verfolgen. Das Lebensalter war ein vorgerücktes, hohes, die Mehrzahl aller Zähne fehlt, erhalten waren während des Lebens nur die beiden Eckzähne und links noch die Stummeln der Prämolaren und zwei Molaren. Der äussere Sattelwinkel misst 55°; der Profilwinkel ist orthognath, 84°—83°.

Die Hauptschädelform ist brachycephal, mit einem Längenbreiten-Index von 81,09. Der Längenhöhen-Index beträgt 75,60, ein schon ausgesprochen hochköpfiger hypsicephaler Werth. Das Gesicht war breit, chamaeprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 47,20. Die Nase war ebenso breit und rel. kurz, platyrrhin, mit einem Nasen-Index von 53,33. Die Augenhöhlen zeigen einen Index von 91,43, sind sonach sehr hoch und weit, hypsiconch.

Die Schädelcapacität ist auffallend klein, für einen männlichen Schädel geradezu zwerghaft, 1000 ccm. Der Horizontalumfang des Schädels beträgt 467 mm; der ganze Sagittalbogen 342 mm. Die occipitale Verkürzung spricht sich im Hinterhauptsbogen kaum aus.

Als pathologische Veränderung zeigt sich eine Erosion am Hinterhaupt ähnlich wie bei Nr. 28 (19) Ancon.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1000 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	164 mm	Obergesichtshöhe	59
„ Breite	133	Jochbreite	125
Gerade Höhe	124	Gesichtsbreite	90
Ohrhöhe	110	Orbita, Höhe	32
Horizontale Länge des Hinterhaupts	92	„ Breite	35
Basilare Länge des Vorderhaupts	85	Nase, Höhe	45
Horizontalumfang	467	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	113	Gaumen, Länge	51
„ der Parietalia	117	„ Breite	34 (?) (37)
„ „ Squama occipitalis	112	Profilwinkel	84^0—83^0
Ganzer Sagittalbogen	342		
Kleinste Stirnbreite	83		
Länge der Schädelbasis	89		
Breite „ „	115		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	81,09	Obergesichts-Index	47,20
Längenhöhen-Index	75,60	Orbital-Index	91,43
Ohrhöhen-Index	67,07	Nasen-Index	53,33
Hinterhaupts-Index	56,09	Gaumen-Index	66,66

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, nannocephal, brachycephal, hypsicephal an der Grenze der Orthocephalie, chamaeprosop, hypsiconch, platyrrhin, leptostaphylin, orthognath.

Nr. 23 (24) Ancon.

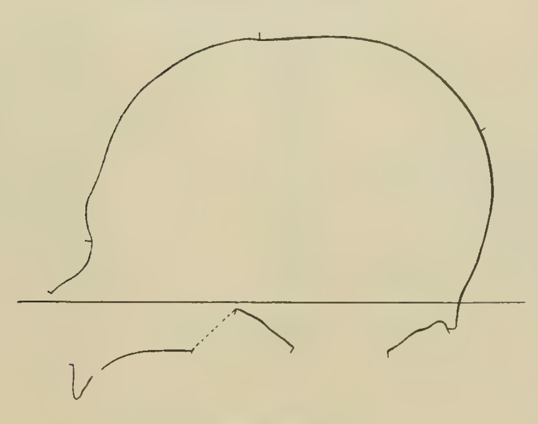


Fig. 23.

Nr. 23 (24). Männlicher Schädel mit schmaler Stirn, ziemlich symmetrisch aber schwach occipital abgeplattet. Von einer frontalen Deformirung zeigen sich nur geringe Spuren einer seitlichen oberen Abflachung. Dagegen sind die Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen) beiderseits und der vordere Sagittalgrat mehr ausgesprochen. Der Schädel stammt von einem schon alten Individuum; alle Zähne des Oberkiefers waren schon während des Lebens verloren bis auf den mittleren Molaren rechts, welcher monströs entwickelt und, da ihm offenbar ein Antagonist im Unterkiefer fehlte, nicht abgerieben ist. Die monströse Entwickelung des Zahnes erscheint noch durch Zahnstein-Ansatz gesteigert. Die beiden Weisheitszähne waren auffallender Weise während des Lebens nicht zum Durchbruch gekommen; sie liegen beide, ohne Wurzelausbildung, mit ihren Kronen direkt nach hinten gerichtet, quer in ihren Alveolen und der eben erwähnte monströse Molar reitet auf seinem Weisheitszahn, was hier wohl die nächste Ursache der Retention des letzteren sein mag. Ausgesprochene Altersverwachsungen der vollkommen normalen Schädelnäthe zeigen sich eigentlich nicht. Die Schläfenenden der Kranznath, sowie die anderen Schläfennäthe zeigen keine senile Verwachsung, auch die Mehrzahl der übrigen Näthe ist offen trotz der fast vollkommenen Alveolarrand-Atrophie des Oberkiefers. Dagegen zeigt sich die Mittelstrecke der Sagittalnath verwachsen und auch die Kranznath beginnt im Bregma und seitlich daran zu verwachsen. Diese, wenigstens zum Theil ungewöhnlichen, Stellen für echtsenile Nathverwachsung erwecken den Gedanken, dass es sich hiebei um Verwachsung durch Druckwirkung handelt. — Der äussere Sattelwinkel misst 53°; der Profilwinkel ist mesognath, 83°. Die Ohröffnungen sind normal.

Der Schädel ist seiner Hauptform nach brachycephal, mit einem Längenbreiten-Index von 82,14. Der Längenhöhen-Index ist hypsicephal, mässig hoch, Längenhöhen-Index 78,57. Das Gesicht ist mittelbreit, oben noch chamaeprosop mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index

von 49,24. Die Nase ist mittelbreit, mesorrhin, Nasen-Index 47,05 an der Grenze der Leptorrhinie. Die Augenhöhlen sind, unter all den hohen und weiten Augenhöhlen der übrigen Schädel, niedrig und relativ eng, chamaeconch, Augenhöhlen-Index nur 72,92; der einzige Fall von Chamaeconchie in den beiden vorliegenden Schädelreihen. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin. Index 78,00.

Der Schädelinhalt ist mässig, 1215 ccm; der Horizontalumfang des Schädels 481 mm; der ganze Sagittalbogen 351 mm. Der Hinterhauptsbogen erscheint nicht wesentlich verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1215 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	168 mm	Obergesichtshöhe	65
„ Breite	138	Jochbreite	132
Gerade Höhe	132	Gesichtsbreite	94
Ohrhöhe	112	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	96	„ Breite	48
Basilare Länge des Vorderhaupts	88	Nase, Höhe	51
Horizontalumfang	481	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	123	Gaumen, Länge	50
„ der Parietalia	111	„ Breite	39 (39)
„ „ Squama occipitalis	117	Profilwinkel	83°
Ganzer Sagittalbogen	351		
Kleinste Stirnbreite	84		
Länge der Schädelbasis	97		
Breite „ „	123		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	82,14	Obergesichts-Index	49,24
Längenhöhen-Index	78,57	Orbital-Index	72,92
Ohrhöhen-Index	66,66	Nasen-Index	47,05
Hinterhaupts-Index	57,14	Gaumen-Index	78,00

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal an der Grenze der Nannocephalie, brachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, chamaeconch, mesorrhin an der Grenze der Leptorrhinie, leptostaphylin, orthognath.

Nr. 24 (26) Ancon.

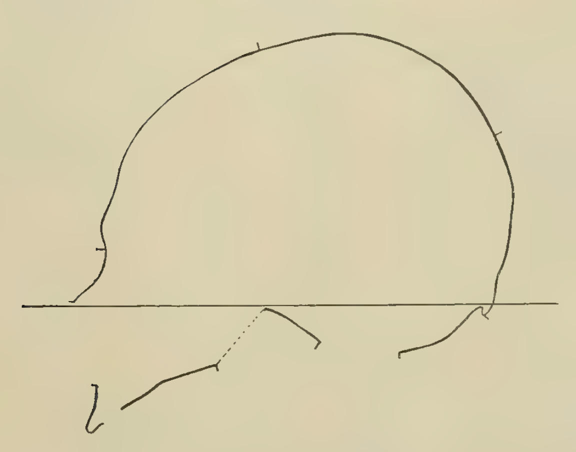


Fig. 24.

Nr. 24 (26) Taf. 6. Männlicher starker Schädel mit Unterkiefer, von mittlerem Lebensalter. Occipitale und frontale Deformation sowie die niemals ganz fehlenden Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen). Die occipitale Abplattung ist ziemlich schwach, symmetrisch. Die Schnürfurche und die Stirnbeinabplattung jeder der beiden Seiten gehen fast in einander über, doch springt in geringem Grade die Coronarnath und ihre nächste seitliche Umgebung beiderseits etwas aus der gemeinsamen Stirnbein-Scheitelbein-Druckfläche vor. Der Schädel steht auf den beiden Stirn-Druckflächen mit einer entsprechenden Neigung nach rechts und links. Der vordere Sagittalgrat und der sagittale mittlere ebenfalls künstliche Stirnbeingrat gehen direkt in einander über, doch ist ersterer stärker erhoben und schmäler, letzterer breit und flach. Die Zähne erscheinen nicht besonders stark abgerieben, sind aber zum Theil durch angesetzten harten Zahnstein stark verdickt. Die beiden rechten Weisheitszähne sind cariös. Während des Lebens waren schon zu Verlust gegangen: die beiden linken oberen Prämolaren und der mittlere Molar, dieser in Folge starker Wurzelentzündung. Ohne Zusammenhang mit der Druckwirkung beginnt die Mittelpartie der Sagittalnath zu verwachsen, die anderen Schädelnäthe sind alle offen und vollkommen normal. Die Augenhöhlen sind, wie fast ausnahmslos, weit und hoch und die Spalten derselben weitoffen. Index 85,71. Die Ohröffnung und der äussere Gehörgang erscheinen verdrückt, schmal-oval, längere Axe ziemlich vertical stehend; am Unterrand der linken Ohröffnung eine kleine Exostose. — Aeusserer Sattelwinkel 50°; Profilwinkel 79°—65°, prognath mit starker alveolarer Prognathie.

Die allgemeine Kopfform ist ausgesprochen brachycephal, Längenbreiten-Index 84,21. Der Längenhöhen-Index ergibt mit 76,61 ein hypsicephales, hochköpfiges Verhältniss. Das Gesicht ist schmal, leptoprosop mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 51,79 (mesoprosop

mit Neigung zu Chamaeprosopie). Die Nase ist schmal, leptorrhin, Nasen-Index 43,63. Die Augenhöhlen hoch und weit, Augenhöhlen-Index 85,71. Der Gaumen schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 78,34.

Die Schädelcapacität beträgt 1265 ccm; der Horizontalumfang des Schädels 495 mm; der ganze Sagittalbogen 340 mm.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1265 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	171 mm	Obergesichtshöhe	72
„ Breite	144	Jochbreite	139
Gerade Höhe	131	Gesichtsbreite	101
Ohrhöhe	111	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	91	„ Breite	42
Basilare Länge des Vorderhaupts	121	Nase, Höhe	55
Horizontalumfang	495	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	115	Gaumen, Länge	60
„ der Parietalia	113	„ Breite	47 (37)
„ „ Squama occipitalis	112	Profilwinkel	79°—65°
Ganzer Sagittalbogen	340		
Kleinste Stirnbreite	89		
Länge der Schädelbasis	96		
Breite „ „	123		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	84,21	Obergesichts-Index	51,79
Längenhöhen-Index	76,61	Orbital-Index	85,71
Ohrhöhen-Index	64,91	Nasen-Index	43,63
Hinterhaupts-Index	53,21	Gaumen-Index	78,34

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal an der Grenze der Nannocephalie, brachycephal, hypsicephal, mesoprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 25 (25) Ancon.

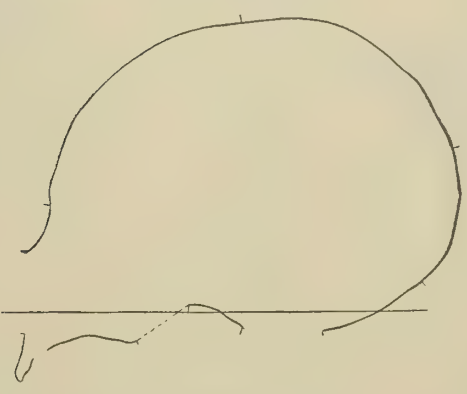


Fig. 25.

Nr. 25 (25). Wahrscheinlich weiblicher, niedriger Schädel mit frontaler und occipitaler Deformation und den typischen Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen). Die Druckspuren sind jenen bei Schädel Nr. 24 (Ancon 36) beobachteten sehr ähnlich. Die occipitale Abflachung ist nicht sehr bedeutend, dagegen die frontale stärker als gewöhnlich. Die Schnürfurchen resp. Druckflächen hinter der Kranznath und die seitlichen oberen Druckflächen am Stirnbein gehen ineinander über und bilden jederseits eine gemeinsame Druckfläche, von der anderen Seite getrennt durch einen vorderen Sagittalgrat und einen etwas breiteren sagittalen Stirnbeingrat, welche beide direct ineinander übergehen. Auf den gemeinsamen parietal-frontalen Druckflächen rechts und links kann der Schädel, mit einer entsprechenden Neigung nach rechts oder links, aufrecht stehen. Mit dieser stärkeren parietal-frontalen Druckwirkung correspondirt eine stärkere Gesammtabflachung und Erniedrigung des Schädeldachs, künstliche Chamaecephalie. Dieser stärker als gewöhnlich wirkende Druck scheint auch eine vorzeitige Verschmelzung der betroffenen Nathpartien hervorgebracht zu haben. Während alle Schädelnäthe sonst offen und normal sind, zeigte sich die Sagittalnath und die mittlere, dem Bregma entsprechende, Strecke der Kranznath verwachsen. Die Ohröffnungen sind normal. Da die Zähne sehr stark abgerieben sind, mag das Lebensalter zwischen 30 und 40 Jahren betragen haben. Zum Theil waren die Zähne schon während des Lebens zu Verlust gegangen: links fehlen beide vordere Molaren, rechts der vorderste. Dagegen sind die Weisheitszähne retinirt, während des Lebens nicht zum Durchbruch gekommen; sie liegen, ohne Wurzelentwickelung, wie bei Nr. 23 (24) Ancon horizontal mit der Krone nach hinten gewendet, in den Alveolen. Der Profilwinkel ist 82°—75°, prognath.

Die Form des Schädels ist stark brachycephal, der Längenbreiten-Index von 85,29 hat schon die Grenze der Hyperbrachycephalie (85) überschritten. Der Längenhöhen-Index ist trotz der auffallenden Abflachung doch noch 76,47, hypsicephal. Das Gesicht ist ziemlich schmal, leptoprosop (mesoprosop), Jochbreiten-Obergesichts-Index 51,11. Die Nase ist schmal,

leptorrhin, Nasen-Index 44,23. Die Augenhöhlen sind sehr weit und hoch, Augenhöhlen-Index 87,18, hypsiconch. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 74,54.

Der Schädelinhalt beträgt 1220 ccm. Der Horizontalumfang des Schädels misst 493 mm; der ganze Sagittalbogen 346 mm. Der Occipitalbogen ist bemerkbar verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1220 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	170 mm	Obergesichtshöhe	69
„ Breite	145	Jochbreite	135
Gerade Höhe	130	Gesichtsbreite	99
Ohrhöhe	111	Orbita, Höhe	34
Horizontale Länge des Hinterhaupts	98	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	88	Nase, Höhe	52
Horizontalumfang	493	„ Breite	23
Sagittalbogen des Stirnbeins	118	Gaumen, Länge	55
„ der Parietalia	118	„ Breite	41 (39)
„ „ Squama occipitalis	110	Profilwinkel	82°—75°
Ganzer Sagittalbogen	346		
Kleinste Stirnbreite	92		
Länge der Schädelbasis	95		
Breite „ „	120		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	85,29	Obergesichts-Index	51,11
Längenhöhen-Index	76,47	Orbital-Index	87,18
Ohrhöhen-Index	65,29	Nasen-Index	44,23
Hinterhaupts-Index	57,64	Gaumen-Index	74,54

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, eurycephal an der Grenze der Nannocephalie, hyperbrachycephal, hypsicephal, mesoprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 26 (27) Ancon.

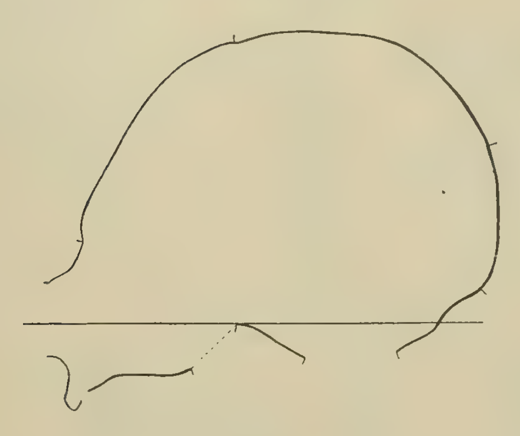


Fig. 26.

Nr. 26 (27). Schwerer, männlicher Schädel ohne Unterkiefer, in den drei Richtungen: occipital, frontal und in der vorderen Scheitelgegend deformirt. Die frontale Deformation ist stark, der Schädel steht auf der rechten Stirnbeindruckfläche, mit Neigung nach rechts, aufrecht. Die Schnürfurchen hinter der Kranznath (Coronalrinnen) auf den vorderen Abschnitten der Scheitelbeine sind scharf ausgebildet mit breitem und relativ hohem vorderen Sagittalgrat. An Stelle eines Stirnbeingrates ein gut ausgebildetes, zwischen den beiden seitlichen Druckflächen des Stirnbeins vorspringendes künstliches Stirnbeindreieck, oben am Bregma die Basis, die Spitze gegen die Glabella gewendet. Dieses Stirnbeindreieck ist ein von der frontalen Abplattung nicht betroffener Theil des Stirnbeins, welcher nun, weil die Seitenpartien des Stirnbeins abgeflacht sind, diesen gegenüber hervorspringt. Aehnlich ist, wie vielfach erwähnt, auch das Verhältniss bei dem vorderen Sagittalgrat gegen die seitlichen „Schnürfurchen" (Coronalrinnen) — resp. Druckflächen.

Der Schädel zeigt einige Anomalien als Folgen der Druckwirkung: vorzeitige Verwachsung der in der occipitalen Druckfläche gelegenen Schädelnäthe, hinterer Abschnitt der Sagittalnath und mittlere Partie der Lambdanath an der Lambdaspitze, während alle anderen Schädelnäthe offen und normal sind; sehr schön und breit sind die Schläfennäthe ausgebildet. Auch an den Ohröffnungen zeigen sich beiderseits starke Exostosen. — Der äussere Sattelwinkel beträgt 58°; der Profilwinkel 81°—72°, prognath.

Der Schädel ist mit einem Längenbreiten-Index von 87,86 hyperbrachycephal, bemerkenswerth kurz. Der Längenhöhen-Index ist hypsicephal, hoch, 79,77. Das Gesicht ist chamaeprosop mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 48,57. Die Nase ist mesorrhin, Nasen-Index 50,00. Die Augenhöhlen sind hoch und weit, hypsiconch. Index 90,00. Der Gaumen schmal, leptostaphylin. Gaumen-Index 70,90.

Die Schädelcapacität beträgt 1320 ccm, ist sonach etwas höher als bei der Mehrzahl der anderen Schädel dieser Reihen. Der Horizontalumfang des Schädels misst 502 mm; der ganze Sagittalbogen 346 mm; der Hinterhauptsbogen ist stark verkürzt, während der Scheitelbeinbogen vergrössert erscheint.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1320 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	173 mm	Obergesichtshöhe	68
„ Breite	152	Jochbreite	140
Gerade Höhe	138	Gesichtsbreite	104
Ohrhöhe	119	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	98	„ Breite	40
Basilare Länge des Vorderhaupts	99	Nase, Höhe	48
Horizontalumfang	502	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	111	Gaumen, Länge	55
„ der Parietalia	130	„ Breite	39 (38)
„ „ Squama occipitalis	105	Profilwinkel	81°—72°
Ganzer Sagittalbogen	346		
Kleinste Stirnbreite	98		
Länge der Schädelbasis	105		
Breite „ „	135		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	87,86	Obergesichts-Index	48,57
Längenhöhen-Index	79,77	Orbital-Index	90,00
Ohrhöhen-Index	68,78	Nasen-Index	50,00
Hinterhaupts-Index	56.64	Gaumen-Index	70,90

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal, hyperbrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, mesorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 27 (23) Ancon.

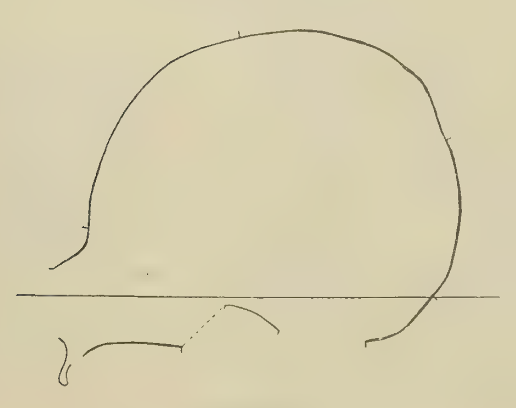


Fig. 27.

Nr. 27 (23). Wahrscheinlich weiblicher, sehr zierlicher Schädel ohne Unterkiefer. Die frontale Deformirung ist mit dem Auge nicht zu erkennen, doch fühlt man über den deutlich ausgeprägten normalen Stirnhöckern eine schwache Abflachung. Die „Schnürfurchen" hinter der Kranznath (Coronalrinnen) sind ebenfalls schwach, der vordere Sagittalgrat dem entsprechend flach. Die Abplattung des Hinterhaupts ist stark, links etwas stärker als rechts. Die Weisheitszähne waren schon durchgebrochen, die Zähne sind aber nur wenig abgerieben, es entspricht das einem jugendlich erwachsenen Alter, wohl zwischen 20 und 30 Jahren. Die ganze Lambdanath ist mit zahlreichen Worm'schen Knochen besetzt, auch in der kleinen Fontanelle befindet sich ein kleiner Schaltknochen. Die „Schnürfurchen" werden in der Schläfengegend deutlicher und bieten das Bild der rinnenförmigen Schläfenenge Virchow's, Stenocephalie, dar, was auch an anderen Schädeln zu bemerken ist, aber doch wohl, wie bei europäischen Schädeln, unabhängig von der Schnürwirkung. Aeusserer Sattelwinkel 60^0; Profilwinkel $81—75^0$, prognath.

Die Schädelform ist hyperbrachycephal, stark verkürzt, Längenbreiten-Index 89,03. Der Längenhöhen-Index ist stark hypsicephal, hoch, 88,38. Das Gesicht ist entschieden mesoprosop mit einem zur Schmalgesichtigkeit eben hinneigenden Jochbreiten-Obergesichts-Index von 50,41. Der Nasen-Index beträgt 47,82, ein mittlerer, mittelbreiter Werth, mesorrhin an der Grenze der Schmalnasen. Augenhöhlen-Index 94,87. Die Augenhöhlen sind sehr weit und hoch, hypsiconch. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, mit einem Gaumen-Index von 69,23.

Die Schädelcapacität beträgt nur 1050 ccm, ist also sehr gering, der horizontale Schädelumfang ist 462 mm, der ganze Sagittalbogen 327 mm.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1050 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	155 mm	Obergesichtshöhe	62
„ Breite	138	Jochbreite	123
Gerade Höhe	137	Gesichtsbreite	88
Ohrhöhe	114	Orbita, Höhe	37
Horizontale Länge des Hinterhaupts	89	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	89	Nase, Höhe	46
Horizontalumfang	462	„ Breite	22
Sagittalbogen des Stirnbeins	111	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	109	„ Breite	36 (40)
„ „ Squama occipitalis	107	Profilwinkel	81°—75°
Ganzer Sagittalbogen	327		
Kleinste Stirnbreite	86		
Länge der Schädelbasis	94		
Breite „ „	115		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	89,03	Obergesichts-Index	50,41
Längenhöhen-Index	88,38	Orbital-Index	94,87
Ohrhöhen-Index	73,54	Nasen-Index	47,82
Hinterhaupts-Index	57,42	Gaumen-Index	69,23

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, hyperbrachycephal, hypsicephal, mesoprosop, hypsiconch, mesorrhin an der Grenze der Leptorrhinie, leptostaphylin, prognath.

Nr. 28 (19) Ancon.

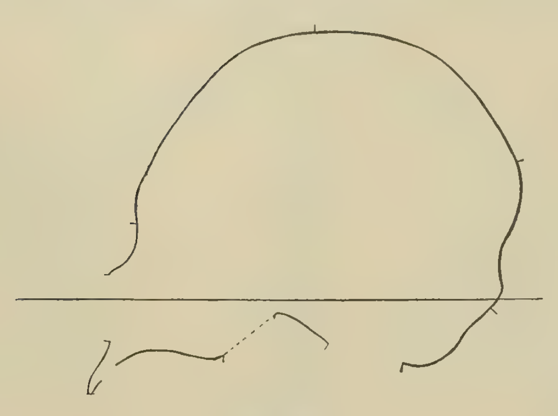


Fig. 28.

Nr. 28 (19). Schwerer, männlicher Schädel, mit symmetrisch abgeflachtem Hinterhaupt und sehr stark deformirter Stirn. In der sagittalen Mitte des Stirnbeins läuft ein flacher Stirngrat, zu beiden Seiten ist die Stirne so stark abgeflacht, dass der Schädel auf jeder der beiden Druckflächen auf der Stirn, entsprechend rechts und links geneigt, aufrecht steht. Daran kann man den Stirngrat auch dann noch erkennen, wenn die Abflachung der Stirn sehr stark und der Stirngrat flach ist. Die occipitale Abflachung zeigt gewisse Eigenthümlichkeiten. Die Druckfläche ist convex gebogen, dreieckig und geht, nach oben sich verschmälernd, spitz bis zur Mitte der Sagittalnath, den Knochen tief und scharf, mit deutlichen erhabenen Seitenrändern der Druckfläche, eindrückend. Der Druck auf das Hinterhaupt muss sonach von einem entsprechend gestalteten, harten drückenden Gegenstand, concav und etwas vorspringend, ausgeübt worden sein. Die „Schnürfurchen" beiderseits hinter der Kranznath (Coronalrinnen) mässig ausgebildet mit deutlichem vorderen Sagittalgrat. Die „Schnürfurchen" sind von der Stirnabplattung an diesem Schädel deutlich getrennt durch einen vorspringenden Coronalnathwulst, dessen Vorderrand dem Stirnbein, dessen Hinterrand den Scheitelbeinen angehört, auf der Höhe des von den beiden Knochen gebildeten Wulstes läuft die Kranznath.

Die Zähne waren während des Lebens alle erhalten und gut, jedoch stark abgerieben, das Lebensalter war sonach wohl noch unter 30 Jahren. Die Schädelnäthe sind alle offen und vollkommen normal. Die Ohröffnungen sind normal. Der äussere Sattelwinkel misst 58°; der Profilwinkel ist 78°, prognath.

Die allgemeine Form des Schädels ist ultrabrachycephal mit einem Längenbreiten-Index von 91,77, stark verkürzt. Die relative Höhe des Schädels ist bedeutend, der Längenhöhen-Index beträgt 84,17, hypsicephal. Das Gesichtskelet ist mit einem Jochbreiten-Obergesichts-Index von 49,63 noch chamaeprosop, mässig breit. Die Nase ist schmal, leptorrhin, Nasen-Index 46,94. Die Augenhöhlen sind hoch und weit, hypsiconch, Augenhöhlen-Index 88,09. Der Gaumen ist mittelbreit, mesostaphylin, der Gaumen-Index 81,14.

Der Schädelinhalt beträgt 1190 ccm, ist also recht klein. Der Horizontalumfang des Schädels misst 490 mm; der ganze Sagittalbogen 339 mm. Der Hinterhauptsbogen ist nur mässig verkürzt.

Noch sind einige pathologische Veränderungen zu erwähnen. Eine Knochen-Erosion, rundlich, Durchmesser über 10 mm, ziemlich stark vertieft, mit aufgewulstetem Unterrand, (dieser einen Thorus occipitalis darstellend), zeigt sich in der Mitte zwischen Ober- und Unterschuppe des Hinterhauptbeins; der Knochen ist bis zur inneren Glastafel erodirt. Eine zweite schwächere, nicht so tief in den Knochen eingreifende Erosion, auch rundlich von etwas geringerer Grösse, wie die eben beschriebene, befindet sich in der Mitte des rechten Parietale. Eine sehr ähnliche pathologische Bildung zeigt Schädel Nr. 22 (30) Ancon.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1190 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	158 mm	Obergesichtshöhe	68
„ Breite	145	Jochbreite	137
Gerade Höhe	133	Gesichtsbreite	99
Ohrhöhe	116	Orbita, Höhe	37
Horizontale Länge des Hinterhaupts	87	„ Breite	42
Basilare Länge des Vorderhaupts	86	Nase, Höhe	49
Horizontalumfang	490	„ Breite	23
Sagittalbogen des Stirnbeins	119	Gaumen, Länge	56
„ der Parietalia	110	„ Breite	46 (44)
„ „ Squama occipitalis	110	Profilwinkel	78°
Ganzer Sagittalbogen	339		
Kleinste Stirnbreite	100		
Länge der Schädelbasis	95		
Breite „ „	127		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	91,77	Obergesichts-Index	49,63
Längenhöhen-Index	84,17	Orbital-Index	88,09
Ohrhöhen-Index	73,41	Nasen-Index	46,94
Hinterhaupts-Index	55,06	Gaumen-Index	81,14

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, ultrabrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, leptorrhin, mesostaphylin, prognath.

Nr. 29 (21) Ancon.

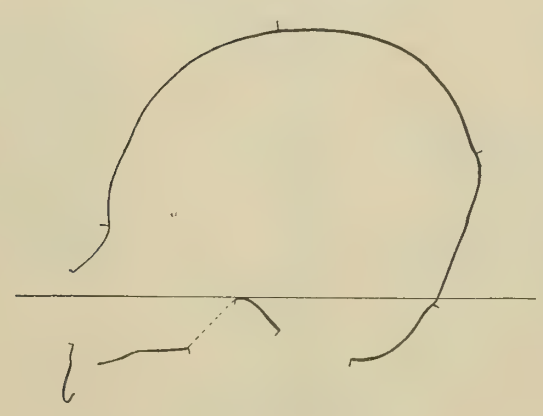


Fig. 29.

Nr. 29 (21). Graciler, leichter, wahrscheinlich weiblicher Schädel mit frontaler und occipitaler Deformation und mit den diesen Schädeln gewöhnlichen „Schnürfurchen" (Coronalrinnen) auf den vorderen Abschnitten der Scheitelbeine. Das Hinterhaupt ist schwach gelappt. Die Augenhöhlen sind extrem hoch, die Nase lang und schmal. Die Stirn ist oben und seitlich schwach abgeflacht mit schwacher sagittaler Stirnbeincriste, auch die vordere Sagittalcriste ist schwach und ebenso die „Schnürfurchen" (Coronalrinnen). Die schwache Lappung des Hinterhaupts, durch „Einziehung" des hinteren Abschnittes der Sagittalnath resp. Vorbuchtung der hinteren Abschnitte der Scheitelbeine, zeigt keine deutliche Spur einer mechanischen Eindrückung.

Alle Näthe sind offen und vollkommen normal. Trotzdem war das Individuum wohl schon über das mittlere Lebensalter hinaus. Die erhaltenen Zähne sind wenigstens stark abgerieben und die beiden hinteren Molaren waren schon während des Lebens beiderseits verloren und der entsprechende Alveolarfortsatz gänzlich geschwunden. Der vordere, erhaltene Abschnitt des Alveolarfortsatzes stellt eine ziemlich hohe und breite Platte dar, in welcher die erhaltenen Zähne resp. die Alveolen derselben, stark schief nach vorwärts geschoben sind, wodurch eine starke Prognathie erzeugt ist, offenbar durch die in Folge des Zahnverlustes veränderten Beissverhältnisse des Oberkiefers gegen den (fehlenden) Unterkiefer. — Vorderer Sattelwinkel 45°; Profilwinkel 77°—70°, prognath.

Der Längenbreiten-Index des Schädels ist 94,37, sehr verkürzt, ultrabrachycephal. Der Längenhöhen-Index zeigt einen hypsicephalen Werth von 89,47. Das Gesicht ist schmal, leptoprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 55,91. Der Nasen-Index ist 41,17, die Nase ist sehr schmal, leptorrhin. Die Augenhöhlen sind extrem hoch, Augenhöhlen-Index 90,24. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin mit einem Gaumen-Index von 66,66.

Die Schädelcapacität ist sehr gering, nur 1060 ccm, der horizontale Schädelumfang 456 mm, der ganze Sagittalbogen 333 mm. Der Hinterhauptsbogen erscheint relativ verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1060 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	152 mm	Obergesichtshöhe	71
„ Breite	144	Jochbreite	127
Gerade Höhe	136	Gesichtsbreite	97
Ohrhöhe	111	Orbita, Höhe	37
Horizontale Länge des Hinterhaupts	93	„ Breite	41
Basilare Länge des Vorderhaupts	82	Nase, Höhe	51
Horizontalumfang	456	„ Breite	21
Sagittalbogen des Stirnbeins	115	Gaumen, Länge	60
„ der Parietalia	111	„ Breite	40 (36)
„ „ Squama occipitalis	107	Profilwinkel	77⁰—70⁰
Ganzer Sagittalbogen	333		
Kleinste Stirnbreite	88		
Länge der Schädelbasis	84		
Breite „ „	115		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	94,73	Obergesichts-Index	55,91
Längenhöhen-Index	89,47	Orbital-Index	90,24
Ohrhöhen-Index	73,02	Nasen-Index	41,17
Hinterhaupts-Index	61,18	Gaumen-Index	66,66

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, ultrabrachycephal, hypsicephal, leptoprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 30 (22) Ancon.

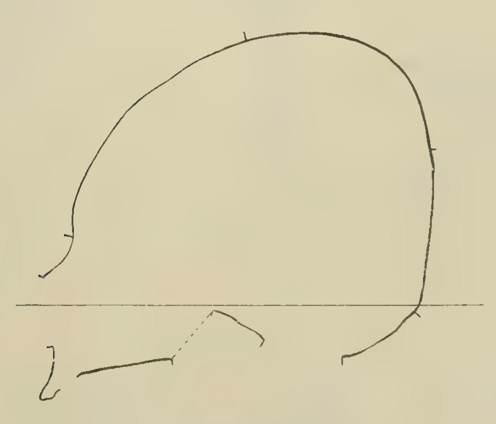


Fig. 30.

Nr. 30 (22) Taf. 7. Männlicher Schädel mit Unterkiefer mit starker frontaler wie occipitaler Deformirung, sehr kräftig und wohl erhalten. Das Hinterhaupt erscheint steil aufgerichtet, die Stirne stark nach hinten gedrückt, der Schädel wird dadurch zu einem extremen Thurmkopf, obwohl der vordere Theil des Schädeldachs in der gewöhnlichen Weise durch „Schnürfurchen“ (Coronalrinnen) niedergedrückt ist. Die vordere Sagittalcriste ist gut ausgebildet. Das mittlere „Stirnbeindreieck“, in der oben mehrfach beschriebenen Weise als nicht abgeflachte Partie des Stirnbeins aufzufassen, mit nach abwärts gegen die Glabella zu gewendeter Spitze, ist deutlich. Die Abflachung der Stirn streicht annähernd von der Mitte des Stirnbeins nach aussen hin, zwischen dem normalen, gut ausgebildeten Stirnhöcker und einem künstlichen, d. h. durch den Eindruck erzeugten oberen und seitlichen Stirnbeinwulst. Die Schädelnäthe sind alle offen und im Wesentlichen normal, nur in der Mitte der linken Kranznath ein Worm'scher Knochen (resp. fötaler Fontanellknochen) und links und rechts einige kleine Worm'sche Knochen in der Lambdanath. Die Zähne sind klein und sehr stark abgerieben, so dass man auf ein mittleres Lebensalter schliessen darf, trotzdem sind links oben und unten die Weisheitszähne nicht entwickelt, retinirt. Der Unterkiefer ist von eleganter Form, relativ zart, mit gut entwickeltem Kinnvorsprung. Die Ohröffnungen sind normal. Der äussere Sattelwinkel 57°; der Profilwinkel 80°, prognath, mit stärkerer alveolarer Prognathie.

Die allgemeine Schädelform ist extrem ultrabrachycephal, sehr verkürzt mit einem Längenbreiten-Index von 98,66. Der Längenhöhen-Index ist hypsicephal, thurmkopfähnlich, 89,33. Die Augenhöhlen sind ziemlich weit mit einem Augenhöhlen-Index von 85,71, hypsiconch, aber in geringerem Grade als viele andere dieser Schädelreihen. Die Nase ist schmal, leptorrhin, mit einem Nasen-Index von 43,75. Der Gaumen schmal, leptostaphylin, mit einem Gaumen-

Index von 72,22. Dagegen ist das Gesicht chamaeprosop, relativ breit, der Jochbreiten-Obergesichts-Index beträgt 47,79.

Die Schädelcapacität ist, namentlich für einen männlichen Schädel, auffallend gering, sie beträgt nur 1070 ccm. Der Horizontalumfang des Schädels misst 470 mm; der ganze Sagittalbogen 328 mm. Der Hinterhauptsbogen ist deutlich verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1070 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	150 mm	Obergesichtshöhe	65
„ Breite	148	Jochbreite	136
Gerade Höhe	134	Gesichtsbreite	99
Ohrhöhe	116	Orbita, Höhe	36
Horizontale Länge des Hinterhaupts	88	„ Breite	42
Basilare Länge des Vorderhaupts	93	Nase, Höhe	48
Horizontalumfang	470	„ Breite	21
Sagittalbogen des Stirnbeins	113	Gaumen, Länge	54
„ der Parietalia	109	„ Breite	39 (36)
„ „ Squama occipitalis	106	Profilwinkel	80°
Ganzer Sagittalbogen	328		
Kleinste Stirnbreite	96		
Länge der Schädelbasis	95		
Breite „ „	121		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	98,66	Obergesichts-Index	47,79
Längenhöhen-Index	89,33	Orbital-Index	85,71
Ohrhöhen-Index	77,33	Nasen-Index	43,75
Hinterhaupts-Index	58,66	Gaumen-Index	72,22

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, nannocephal, extrem ultrabrachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 31 (20) Ancon.

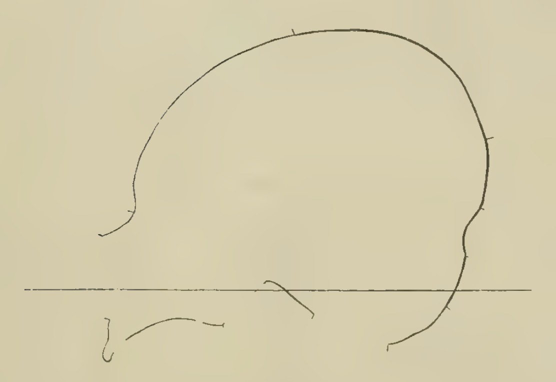


Fig. 31.

Nr. 31 (20). Weiblicher Schädel eines alten Individuums. Der Schädel zeigt an seinem stark symmetrisch abgeflachten Hinterhaupt, ziemlich genau an der gleichen Stelle wie der männliche Schädel Nr. 28 (19) Ancon, zwischen Ober- und Unterschuppe des Hinterhauptbeins über einem schwachen Torus occipitalis eine rundliche, auch vertiefte Knochen-Erosion von 10 mm innerem Durchmesser. Der Knochen ist hier bis auf die innere Glastafel erodirt und die letztere zeigt rechts seitlich auch einen engen spaltenförmigen Defect, so dass der ganze Knochen hier auf diese schmale Strecke fehlt. Die erodirte Stelle ist sonach tief gegen die normale Knochenoberfläche eingesunken, die Ränder sind aber nicht gewulstet, wie das auch bei Nr. 28 nicht der Fall ist. Im rechten Parietale, am Lambdarand desselben, befindet sich eine schwächere, ebenfalls rundliche Knochen-Erosion von etwa 15 mm Durchmesser, welche nur die obere Glastafel des Knochens entfernt und die Spongiosa freigelegt hat.

Auch der Form nach entspricht dieser weibliche Schädel in hohem Grade dem männlichen Schädel Nr. 28. Das gilt auch für die Art der Stirnbeinabplattung rechts und links seitlich von einem flachen sagittalen Stirngrat, über den deutlich ausgeprägten Stirnhöckern hinstreichend. Die „Schnürfurchen“ (Coronalrinnen) hinter der Kranznath auf den vorderen Abschnitten der Scheitelbeine sind stärker ausgeprägt, dem entsprechend tritt auch der vordere Sagittalgrat energischer hervor. Die erwähnte Aehnlichkeit der beiden Schädel zeigt sich auch in der sehr starken occipitalen Abflachung. Die Druckfläche ist dreieckig, mit breiter unterer Basis, nach oben sich verschmälernd bis gegen die Mitte der Sagittalnath, jedoch hier ohne eigentliche obere Spitze, das obere Ende des Eindrucks ist noch relativ breit. Der Schädel macht mehr den Eindruck des zweilappigen. Die Form der occipitalen Druckfläche ist weniger regelmässig convex; sie ist oben schärfer abgebogen und hier zeigt sich an ihrem Ende im rechten Scheitelbein noch eine beginnende Erosion des Knochens. Der rundlichen, erodirten Stelle im Lambdarand des rechten Scheitelbeins entspricht links ein längerer rinnenförmiger Eindruck am Knochen, etwa 40 mm lang; eine Erosion des Knochens ist hier nicht erkennbar, aber die Spongiosa erscheint geschwunden und der Knochen dadurch eingesunken.

Alle Näthe sind offen und, abgesehen von einigen kleinen Worm'schen Knochen in der Lambdanath, vollkommen normal. Das Gebiss ist sehr schlecht; ausser den Schneidezähnen und Eckzähnen war im Leben nur noch ein Stummel des rechten ersten Prämolaren erhalten, der Zahnrand in sehr extremer Weise somit geschwunden. — Aeusserer Sattelwinkel 52°; Profilwinkel 81°—79°, prognath.

Der Schädel ist im extremsten Grade brachycephal, sehr stark verkürzt, die Schädellänge und -Breite sind einander gleich, der Längenbreiten-Index 100,00. Der Schädel ist beträchtlich hoch, hypsicephal, Längenhöhen-Index 83,00. Das Gesicht ist breit und kurz, chamaeprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 47,24. Die Nase ist jedoch relativ lang und schmal, leptorrhin, Nasen-Index 42,22. Die Augenhöhlen sind sehr hoch und weit, Augenhöhlen-Index 94,87. Der Gaumen ist schmal, leptostaphylin, Gaumen-Index 64,00.

Der Schädelinhalt beträgt nur 1090 ccm; der Horizontalumfang des Schädels 459 mm; der ganze Sagittalbogen 318 mm. Der Hinterhauptsbogen erscheint verkürzt.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1090 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	147 mm	Obergesichtshöhe	60
„ Breite	147	Jochbreite	127
Gerade Höhe	122	Gesichtsbreite	90
Ohrhöhe	107	Orbita, Höhe	37
Horizontale Länge des Hinterhaupts	90	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	76	Nase, Höhe	45
Horizontalumfang	459	„ Breite	19
Sagittalbogen des Stirnbeins	110	Gaumen, Länge	50
„ der Parietalia	105	„ Breite	32 (34)
„ „ Squama occipitalis	103	Profilwinkel	81°—79°
Ganzer Sagittalbogen	318		
Kleinste Stirnbreite	92		
Länge der Schädelbasis	87		
Breite „ „	113		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	100,00	Obergesichts-Index	47,24
Längenhöhen-Index	83,00	Orbital-Index	94,87
Ohrhöhen-Index	72,78	Nasen-Index	42,22
Hinterhaupts-Index	61,22	Gaumen-Index	64,00

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♀, nannocephal, extremst-brachycephal, hypsicephal, chamaeprosop, hypsiconch, leptorrhin, leptostaphylin, prognath.

Nr. 32 (32) Ancon.

Nr. 32 (32) Taf. 8. Jugendlicher, männlicher Schädel, wenig oder nicht deformirt, mit reichem langen, etwas gewelltem Kopfhaar, welches den Schädel vollkommen verdeckt und relativ weit in die Stirne hereinragt, mit extrem grosser Nase und breitem grossen, stark gewölbtem Nasendach. Die Augenbrauenbogen springen stark vor. Die Augenhöhlen sind mehr viereckig, nicht sehr hoch. Die Zähne sind stark abgerieben, während des Lebens waren verloren gegangen: der 1. und 3. Molar links und der rechte äussere Schneidezahn. Soweit zu sehen, sind die Schädelnäthe alle normal, speciell gilt das für die schön entwickelten Schläfen. Eine Abflachung der Stirne oder des Hinterhaupts ist wegen der Haarfülle nicht zu constatiren, ebensowenig „Schnürfurchen" (Coronalrinnen) am Schädeldache.

Der Schädel wurde, soweit die Haarfülle das zuliess, gemessen. Sein Längenbreiten-Index beträgt nur 78,45, der Schädel ist sonach mesocephal an der Grenze der Brachycephalie. Diese Constatirung ist werthvoll, da sie ergibt, dass in Ancon wie in Pachacamác die mesocephale Form vorkommt und als eine normale Form, als der normale Ausgangspunkt für die Schädeldeformirung nach der dolichocephalen wie nach der brachycephalen Seite hin betrachtet werden darf. Gehört der folgende Schädel (Geschenk des Herrn Dr. Gaffron) auch zu Ancon, so wären in der vorliegenden Ancon-Reihe ebenso wie in der Pachacamác-Reihe zwei mesocephale Schädel, wodurch die Gleichförmigkeit beider Reihen noch erhöht wird.

Das dichte und lange Haar war während des Lebens schwarz, jetzt ist es z. Th. braun verfärbt, es ist nicht straff, sondern wellig. Das Gesicht (Obergesicht) ist schmal, leptoprosop, Jochbreiten-Obergesichts-Index 51,51 (mesoprosop). Die Augenhöhlen sind sehr hoch und weit, hypsiconch, mit einem Augen-Index von 89,74. Die Nase ist gross, mit breitem, hohem, gewölbtem Rücken, aber schmal und lang, leptorrhin, mit einem Nasen-Index von 43,64.

Uebersicht der Maasse.

Capacität	— ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	181 mm	Obergesichtshöhe	68
„ Breite	142	Jochbreite	132
Gerade Höhe	—	Gesichtsbreite	—
Ohrhöhe	—	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	—	„ Breite	39
Basilare Länge des Vorderhaupts	—	Nase, Höhe	55
Horizontalumfang	—	„ Breite	24
Sagittalbogen des Stirnbeins	—	Gaumen, Länge	—
„ der Parietalia	—	„ Breite	—
„ „ Squama occipitalis	—	Profilwinkel	—
Ganzer Sagittalbogen	—		
Kleinste Stirnbreite	88		
Länge der Schädelbasis	—		
Breite „ „	—		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	78,45	Obergesichts-Index	51,51
Längenhöhen-Index	—	Orbital-Index	89,74
Ohrhöhen-Index	—	Nasen-Index	43,64
Hinterhaupts-Index	—	Gaumen-Index	—

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, mesocephal, mesoprosop, hypsiconch, leptorrhin.

Nr. 33 (18) Ancon?

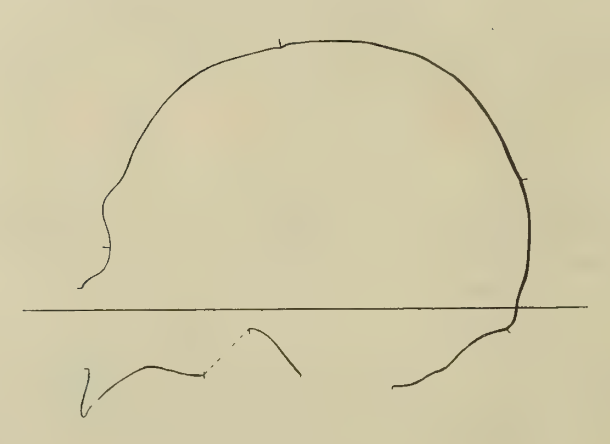


Fig. 33.

Nr. 33 (18). „Schädel aus Alt-Peru. Geschenk des Herrn Dr. Gaffron.“

Dieser ziemlich grosse, schwere, männliche Schädel, dessen Herkunft aus Ancon nicht sicher steht, zeigt schwache occipitale Deformation im Lambdawinkel, symmetrisch, ohne Lappung des Hinterhaupts. Die Schädelnäthe sind alle offen, in der Lambdanath einzelne Worm'sche Knochen, im ersten und letzten Drittel der Sagittalnath je ein Schaltknochen, sonst sind die Näthe vollkommen normal. Während des Lebens war der rechte Weisheitszahn zu Verlust gegangen, links die beiden hinteren Molaren und der 2. Prämolar, die Zähne sind so stark abgerieben, dass trotz der offenen Näthe dem Individuum doch wohl schon ein höheres Lebensalter zugeschrieben werden darf. Der äussere Sattelwinkel beträgt 52°; der Profilwinkel 85°—78°, orthognath mit alveolarer Prognathie.

Die Hauptschädelform ist mesocephal mit einem Index der Länge zur Breite von 76,53, sonach etwas schmäler als die vorstehend beschriebenen mesocephalen resp. schwach brachycephalen Schädel der Ancon-Reihe, welche die annähernd normale Form dieser Schädel zeigen. Der Längenhöhen-Index ergibt ein mässig hypsicephales, hochköpfiges Maass mit 78,21. Das Obergesicht ist fast genau an der Grenze zwischen Chamae- und Leptoprosopie, eben noch chamaeprosop, schmal, Jochbreiten-Obergesichts-Index 49,63, also mesoprosop. Die Nase mittelbreit, mesorrhin, mit einem Nasen-Index von 50,00. Die Augenhöhlen hoch und weit, hypsiconch, Augenhöhlen-Index 85,36. Der Gaumen mittelbreit, mesostaphylin, Gaumen-Index 80,77.

Der Schädelinhalt ist im Vergleich mit der Mehrzahl der anderen deformirten Schädel dieser Reihen relativ bedeutend, 1350 ccm. Der Horizontalumfang 500 mm; der ganze Sagittalbogen 368 mm. Die Verkürzung des Hinterhauptbogens ist unbedeutend.

(Ein früherer Besitzer hatte den Schädel zur Uebung in Trepanation benützt.)

Uebersicht der Maasse.

Capacität	1350 ccm	Ganze Gesichtshöhe	— mm
Grösste Horizontallänge	179 mm	Obergesichtshöhe	68
„ Breite	137	Jochbreite	137
Gerade Höhe	140	Gesichtsbreite	105
Ohrhöhe	115	Orbita, Höhe	35
Horizontale Länge des Hinterhaupts	100?	„ Breite	41
Basilare Länge des Vorderhaupts	85	Nase, Höhe	50
Horizontalumfang	500	„ Breite	25
Sagittalbogen des Stirnbeins	123	Gaumen, Länge	52
„ der Parietalia	125	„ Breite	42 (37)
„ „ Squama occipitalis	120	Profilwinkel	85^0—78^0
Ganzer Sagittalbogen	368		
Kleinste Stirnbreite	84		
Länge der Schädelbasis	97		
Breite „ „	124		

Berechnete Indices.

Längenbreiten-Index	76,53	Obergesichts-Index	49,63
Längenhöhen-Index	78,21	Orbital-Index	85,36
Ohrhöhen-Index	64,24	Nasen-Index	50,00
Hinterhaupts-Index	55,87	Gaumen-Index	80,77

Allgemeine Analyse der Schädelform.

♂, eurycephal, mesocephal, hypsicephal, chamaeprosop (mesoprosop), hypsiconch, mesorrhin, mesostaphylin, orthognath mit Alveolarprognathie.

Nr. 34.

Kopf einer vollständigen Kindermumie.

Das Geschlecht scheint weiblich. Das Kind stand nach der Bezahnung beim Tode im 2. Lebensjahr. Dazu stimmt auch der Kopfumfang von 430 mm. Der Schädel besitzt kein Os Incae, zeigt auch keine Spuren der Verwachsung eines solchen. Es ist das insofern von Bedeutung, als Herr von Tschudi gerade bei alt-peruanischen Kinderschädeln den Incaknochen häufiger beobachtet hat. In seiner ersten Mittheilung[1]) bezeichnete Herr von Tschudi diese Bildung als „ein in den ersten Monaten nach der Geburt vorkommendes, später aber verwachsendes Os interparietale bei den Peruanern". Schon vor ihm war dieser Knochen von Bellamy an einem Paar kindlicher Mumienschädel derselben Bevölkerung bemerkt worden.[2])

Die Schädeldeformation ist eine ganz extreme, der Längendurchmesser des Schädels beträchtlich kürzer als der Breitendurchmesser, ersterer beträgt 122 mm, letzterer 137 mm, woraus sich der extreme Längenbreiten-Index von 112 berechnet. Der höchste bei Erwachsenen der vorstehenden Schädelserien gemessene Längenbreiten-Index beträgt 106 bei Nr. 17 (2) aus Pachacamác.

Die Schädelknochen erscheinen noch sehr zart, so dass eine wenn auch nur geringfügige Verzerrung der ursprünglichen Schädelform bei der Austrocknung der kleinen Mumie nicht ausgeschlossen ist. Das ist der Grund, warum sie in den vorstehenden Besprechungen nicht näher dargestellt wurde. Herr Dorsey hat als Maximum des Längenbreiten-Index unter 14 untersuchten Köpfen von Kindermumien aus Ancon nur 90 gefunden. Für sich allein betrachtet, im Vergleich mit den Schädelformen der Erwachsenen, könnte die vorliegende Kindermumie den Gedanken erwecken, dass eine im Kindesalter acquirirte, extreme occipitale Deformation sich während des Lebens mehr oder weniger wieder verwachsen könne. Dorsey's Zahlen sprechen jedoch dafür nicht, sein Minimum ist 78, also mesocephal, das Mittel berechnet er zu 85.[3])

Ebenfalls stark und typisch ausgebildet ist die „Schnürfurche" hinter der Kranznath (Coronalrinne) und die Lappung des Hinterhaupts.

Der kleine Schädel zeigt die typische occipital-frontale Deformation der anderen hier untersuchten alt-peruanischen Schädel in extremstem Grade.

Andere Schädelmaasse konnten, der angetrockneten und erhaltenen Weichtheile wegen, nicht mit Sicherheit genommen werden.

---

[1]) J. J. von Tschudi, Müller's Archiv 1844. S. 107 Taf. 5 Fig. 1 u. 2.

[2]) R. Virchow, Crania ethnica Americana. S. 25.

[3]) l. c. S. 9 Tab. 5.

4.

Resultate.

(Taf. 9. „Die Hauptformen der beschriebenen Schädel.“)

I. Die Deformation der Schädel.

a. Deformation von Scheitel und Stirn.

Eine Anzahl der in dieser Untersuchung besprochenen Schädel von dem Todtenfelde von Ancon und aus den Ruinen von Pachacamác erscheint auf den ersten Blick undeformirt, normal, weder an der Stirn noch am Hinterhaupt lassen sich Zeichen eines umformenden Druckes erkennen.

Die allgemeine Form dieser „normalen“ Schädel hält sich in dem Grenzgebiete der Meso- und Brachycephalie.

Bei Vergleichung mit deutlich verunstalteten Schädeln der gleichen Provenienz ergibt sich aber, dass Druckeinwirkungen, welche an diesen letzteren energische Zeichen und zwar am Schädeldach hinter der Kranznath in den vorderen Partien des Scheitels hinterlassen haben, sich in zwar schwachen, aber doch erkennbaren Spuren bei jedem der scheinbar normalen Schädel nachweisen lassen.

Mit der **Deformirung der vorderen Scheitelpartie** beginnt die „künstliche“ Formbeeinflussung dieser Schädel.

Es zeigt sich eine flache Rinne, rechts und links hinter den beiden Schenkeln der Kranznath über die vorderen Abschnitte beider Scheitelbeine gegen die Schläfengegend ziehend. Diese beiden vielfach rinnenförmigen Eindrücke, Coronalrinnen, beginnen erst in einer geringen Entfernung von dem vorderen Ende der Pfeilnath; letzteres ist nicht mit eingedrückt, so dass nicht etwa ein zusammenhängender rinnenförmiger Eindruck das ganze Schädeldach umgreift, wie ihn eine Zirkelbinde verursachen würde, sondern das vordere Ende der Pfeilnath erscheint, da sie und ihre nächste Umgebung nicht eingedrückt sind, durch die seitlichen Eindrücke auf eine der Breite des Anfangs der Rinnen entsprechende Strecke über das Niveau des Schädeldachs etwas emporgehoben und bildet bei Schädeln, welche diese Deformirung in stärkerem Grade zeigen, eine gratartige Erhebung des Schädeldachs, eine vordere Sagittalcriste.

Diese Schnürfurchen (Coronalrinnen) sind bei geringer Ausbildung etwa schwach daumenbreit; sie beginnen neben der beschriebenen vorderen Sagittalcriste zuerst flach, vertiefen sich aber etwas mehr gegen unten und aussen.

Von diesen wenig in die Augen fallenden Anfängen bildet sich in fortschreitender Gradation der gleichen Verhältnisse bei stärker deformirten Schädeln eine höchst auffallende Abplattung der vorderen Partien des Schädeldachs aus, eine wahre Flachschädelform (Flat Head). Jederseits neben der energisch und auf eine grössere Strecke erhobenen „vorderen Sagittalcriste" erstrecken sich nach aussen und schwach nach unten geneigt breite Druckflächen, welche nur gegen die Schläfengegend zu deutlicher einen Rinnencharakter erkennen lassen.

Der Druck, welcher diese Abplattung der vorderen Scheitelgegend hervorgebracht hat, kann sonach kein einheitlicher gewesen sein, sicher nicht etwa ein Brett, welches gegen den Scheitel in der Richtung senkrecht oder schief nach unten angedrückt worden wäre. Die seitlichen Rinnen beweisen, dass es sich wesentlich um Bindewirkungen handelt. Dabei sind freilich für die Erklärung die bisher vielfach angenommenen, „Zirkelbinden" ausgeschlossen, da solche, wie das die „künstlichen Dolichocephalen" von den Neuen Hebriden lehren, die Sagittalgegend mit eingedrückt und die Entstehung einer „vorderen Sagittalcriste" nicht gestattet haben würden.

In einzelnen Fällen setzt sich eine ähnliche oder gleiche Druckwirkung von der vorderen Scheitelgegend **auf die Stirn** fort. An die vordere Sagittalcriste schliesst sich dabei gleichsam als directe Fortsetzung eine flache und niedrige Stirnbeincriste an, sagittal über das Stirnbein von oben bis etwa gegen die Mitte der Stirn fortlaufend. Die Seitentheile der Stirn, neben und nach aussen von dieser Stirnbeincriste, sind dabei mehr oder weniger abgeflacht. Die beiden Druckflächen des Stirnbeins sind jedoch fast niemals wirklich directe Fortsetzungen der beiden Druckflächen der vorderen Scheitelgegend, sondern bilden fast ausnahmslos mit diesen einen Winkel.

Die „Stirnbeincriste" nimmt meist bei stärkerer Ausbildung der Stirnabplattung eine dreieckige Gestalt an. Eine dreieckige gleichschenkelige Fläche, mit der Basis symmetrisch an die Mitte der Coronarnath und die vordere Sagittalcriste angelagert, mit der Spitze etwa die Mitte des Stirnbeins erreichend, hebt sich, da an dieser Stelle die normale Wölbung der Stirne erhalten ist, mitten zwischen den seitlichen Druckflächen des Stirnbeins als „mittleres Stirnbeindreieck" hervor.

Die Ausdehnung der Druckflächen der Stirn ist im Einzelfall sehr verschieden, bei manchen Schädeln vielleicht fehlend, sind sie bei anderen gering und zeigen bis zu den extremsten Fällen der Stirnabplattung eine ganz regelmässige Steigerung. Bei geringeren Graden liegen die Stirnbeindruckflächen über den Stirnhöckern, so dass diese nicht mit abgeflacht werden, bei stärksten Graden sind auch die Stirnhöcker mit in die Abflachung hineingezogen und damit verschwunden. Die ganze Stirn kann dann gleichmässig im Ganzen abgeflacht erscheinen. Thatsächlich besteht aber auch bei den stärksten Graden der Stirnabflachung bei den hier untersuchten Schädeln aus den Todtenstätten von Ancon und von Pachacamác die Sonderung der beiden Druckflächen durch einen, wenn auch schwachen, trennenden, sagittalen Stirnbeingrat fort. Man kann die Neigung der beiden seitlichen Stirnbeinflächen gegen einander messen; für das freie Auge sind sie leicht direct anschaulich zu machen, indem man die Schädel auf das abgeflachte Stirnbein stellt. Sie stehen

dann der Criste wegen nicht senkrecht, sondern sowohl auf der rechten Stirnbeinfläche nach rechts geneigt als auf der linken mit einer Neigung nach links; auf der Stirnbeinmitte können sie der „Criste“ wegen nicht stehen.

Ebensowenig wie die Scheitelabflachung ist sonach die Stirnbeinabflachung der in Frage stehenden alt-peruanischen Schädel aus einem einheitlichen Druck einer ebenen Fläche, etwa eines Brettes, wie die beschriebenen Druckmaschinen (s. oben Fig. a), wie solche Herr Rüdinger und Andere bildlich darstellen, zu erklären. Auch die Wirkung von „Zirkelbinden“ ist wegen des sagittalen Stirnbeingrats oder des mittleren Stirnbeindreiecks ausgeschlossen. Sowohl am Scheitel wie an der Stirn bleiben die Mittelpartien vom Druck relativ frei, von dem nur die Seitentheile stärker betroffen werden.

Bei einigen Schädeln kommen sich die seitlichen Druckflächen der vorderen Abschnitte der Scheitelbeine und der Stirn sehr nahe, bleiben aber durch die mit ihrer nächsten Umgebung etwas hervorgewulstete Kranznath von einander getrennt; nur in einem Fall konnte deutlich ein Uebergehen der Scheitelbein- und Stirnbeindruckflächen in einander constatirt werden, wobei die Kranznath mit in die gemeinsame Druckfläche einbezogen war.

Indem die Druckwirkungen am Stirnbein nach aussen und etwas nach abwärts schmäler werden, lassen sie nicht nur die Stirnhöcker vielfach unberührt, es bleibt auch ein oberes Stück des Stirnbeins, vor der Kranznath nach abwärts ziehend, vom Drucke frei und uneingedrückt. Diese Partie des Stirnbeins wölbt sich dann über die eingedrückte Stirnbeinfläche vor und bildet einen „oberen (künstlichen) Stirnhöcker“ oder „oberen Stirnbeinwulst“; zwischen diesem und dem unteren (wahren) Stirnhöcker zieht dann die Druckfläche hin. Man kann diese Abflachung, wenn man einmal ihre Stelle genau kennt, noch deutlich beim Darüberstreifen mit den Fingerspitzen fühlen, wenn das Auge von ihr wenig erkennt.

Merkwürdiger Weise sind die Abflachung der vorderen Scheitelpartie und der Stirn bei dem künstlichen Dolichocephalus aus dem Todtenfelde von Ancon von den im Vorstehenden für die künstlichen Brachycephalen geschilderten im Princip nicht verschieden. Von der „vorderen Sagittalcriste“ dieses Schädels, welche die Wirkung einer eigentlichen Zirkelbinde an diesem Theil ausschliesst, war schon oben die Rede. Aber auch das Stirnbein ist nur seitlich abgeflacht und zeigt eine deutliche mittlere, sagittale Erhebung. Jederseits von letzterer ist eine deutliche Druckfläche auf der Stirn zu unterscheiden, welche auf beiden Seiten zwischen dem noch vorhandenen normalen (unteren) Stirnhöcker und dem scheinbar künstlich „hervorgepressten“, in Wirklichkeit nur nicht abgeflachten, „oberen Stirnhöcker“ hinzieht. Hier besteht sonach ein deutlicher Zusammenhang der Deformation zwischen den extremsten Schädelformen dieser Reihen, den extremen Brachycephalen und den extremen Dolichocephalen, was für das Verständniss der angewendeten Druckweisen von Wichtigkeit ist.

b. Deformation des Hinterkopfs.

Die stärkere Abflachung der Stirn ist jedoch bei den in Untersuchung stehenden Schädeln stets combinirt mit Abflachung des Hinterhaupts; dagegen findet sich bei ihnen Abflachung des Hinterhaupts auch ohne erkennbare Stirnbeinabflachung, während die beschriebene Deformation des Scheitels niemals fehlt.

Die occipitale Deformation der hier vorliegenden Schädel von Ancon und Pachacamác weist ausserordentlich verschiedene Grade auf. Einigen der Schädel fehlt sie ganz. Der

geringste Grad der occipitalen Abflachung zeigt sich in der Gegend der Spitze der Lambdanath als eine Druckfläche auf den hinteren mittleren Partien der Scheitelbeine, nur die Spitze der Oberschuppe des Hinterhauptbeins mitberührend; die Druckfläche ist dabei im Einzelfall nicht rundlich, sondern schmal, quergestellt. In extremen Fällen erscheint die ganze Oberschuppe des Hinterhauptbeins abgeflacht und gegen die Unterschuppe nach aufwärts gebogen. Das Hinterhaupt bildet dann eine mehr oder weniger, manchmal fast vollkommen senkrecht ansteigende Fläche; meist ist dabei auch die Stirn stark abgeflacht und nach hinten geneigt, so dass sich in der Profilansicht aus der combinirten Druckwirkung die exquisite Thurmkopfform ergibt.

Fast ausnahmslos ist mit der Abflachung der Hinterhauptsschuppe auch eine Abflachung der hinteren mittleren Partien der Scheitelbeine an der Grenze der Lambdaspitze der Oberschuppe des Hinterhauptbeins verbunden, die occipitale Druckfläche erstreckt sich auch auf diese.

Die occipitale Druckfläche ist von der nicht abgeflachten Unterschuppe vielfach durch den vorspringenden Hinterhauptshöcker und die halbkreisförmigen Nackenlinien oder durch einen wahren, in einzelnen Fällen starken Torus occipitalis getrennt.

In einer Mehrzahl von Fällen liegt die occipitale Druckfläche central und symmetrisch. Mehrfach zeigt sie sich aber seitlich nach rechts oder links verlagert, so dass die rechte oder linke Hinterhauptsseite stärker oder manchmal fast allein abgeplattet ist. Die Schädel sind dann hinten „künstlich“ plagiocephal, schief, nicht selten in sehr hohem Grade.

Dagegen zeigt sich im abgeplatteten Hinterhaupt niemals Etwas, was an den vorderen Sagittalgrat der Scheitelabplattung oder an den sagittalen Stirnbeingrat oder an das sagittale Stirnbeindreieck der Stirnabplattung dieser Schädel erinnerte. In der Ueberzahl der Fälle steht Nichts im Wege, die occipitale Abplattung der Schädel durch einen in der Richtung der Schädellänge, der sagittalen, frontal-occipitalen Richtung, von hinten her wirkenden Druck einer einheitlichen „Druckplatte“, als welche man sich wohl ein einfaches Brett denken kann, gegen welches der Kopf oder welches gegen den Kopf angedrückt wird, entstanden zu denken.

Es tritt aber in den extremsten Fällen symmetrischer, frontal-occipitaler Abplattung bei diesen Schädeln eine auffallende Complication der Formbildung ein, auf welche ältere Untersucher auch schon aufmerksam waren; Herr R. Virchow nennt die betreffende Schädelform dreilappig. Das Hinterhaupt bildet dabei in seinen obersten Partien durch eine in manchen Fällen relativ tiefe, in der Richtung der Pfeilnath und der sagittalen Mittellinie des Hinterhaupts nach abwärts laufende, am Grunde schmälere, nach aussen sich erweiternde Rinne. Die Gestalt des Hinterkopfes erscheint dadurch zweilappig, wobei sich jedes der beiden Scheitelbeine nach hinten stärker, annähernd kugelig, neben der eingezogenen Sagittalnath auswölbt. Die Schädelform erscheint dann in der Scheitelansicht im Ganzen nach Herrn Virchow's Bezeichnung dreilappig: die Stirnpartie bildet den Vorderlappen, das Hinterhaupt die beiden Hinterlappen der Figur, welche man auch (abgerundet-) herzförmig oder in extremer Ausbildung kleeblattförmig nennen könnte. Sieht man aber von der Stirnpartie des Schädels ab, so zeigen solche Schädel das geschilderte zweilappige Hinterhaupt. Diese Lappung wird hervorgebracht durch eine mittlere sagittale Einziehung zunächst der hinteren Abschnitte der Pfeilnath.

Solche Formen sind sehr auffallend, um so mehr, da sich in der Regel für die Entstehung der Mittelrinne des Hinterkopfes irgend eine deutliche Druckwirkung nicht nachweisen lässt. Man erhält vielmehr den Eindruck, dass die Sagittalnathpartie des Schädels der compensatorischen Auswölbung des oberen Abschnittes des Hinterhaupts durch den Druck des ausweichenden, incompressiblen Grosshirns einen stärkeren Widerstand entgegensetzt als die Scheitelbeine selbst. So viel ist gewiss, dass in den betreffenden Fällen der Hinterlappen jeder Grosshirn-Hemisphäre für sich selbständig das ihr entsprechende Scheitelbein vorwölbt, während die Hirnsichel und Blutleiter entsprechende Mittellinie des Hinterhaupts, an welcher das Gehirn nicht so direct anliegt, eine geringere Auswölbung zeigt.

Das Verhältniss complicirt sich aber in einzelnen Fällen noch weiter dadurch, dass sich in der That an der Stelle der eben beschriebenen „Hinterhauptsrinne“ unverkennbare Druckwirkungen, verbunden mit Abplattung, zeigen. An Stelle der wie gesagt nach unten sich verengernden „Hinterhauptsrinne“ findet sich dann eine ziemlich gleichmässig abgeflachte, relativ schmale, sagittal in der Mittellinie verlaufende, rinnenförmige Vertiefung, welche mehr oder weniger weit auf das Schädeldach übergreift.

Hier sind sonach zwei verschiedene Bildungen mit einander combinirt. In die in ihrer Weise selbständig entstandene „Hinterhauptsrinne“ ist noch ein abflachender Druckgegenstand eingedrückt worden. Man könnte sich letzteren schematisch als eine mittlere gratartige, sagittal verlaufende Erhöhung an der „occipitalen Druckplatte“ vorstellen, gegen welche der Hinterkopf oder v. v. angedrückt wird. Dadurch wird die Hinterhauptsrinne selbst, in welche jener mittlere sagittale Grat der „Druckplatte“ zu liegen kommt, abgeflacht und verbreitert. —

c. Deformation an der Schädelbasis und am Gesicht.

Während das ganze Schädeldach und die tieferen Partien des Hirnschädels von vorne, von hinten und von den Seiten bei Schädeln stärkerer Deformation verändert erscheinen, zeigen die centralen Partien der Schädelbasis keine bemerkbaren Formveränderungen.

Da durch den occipitalen Druck, wenn dieser symmetrisch das Hinterhaupt trifft, der Hinterkopf abgeplattet und verkürzt wird, so wird damit auch die Basilaransicht des Schädels entsprechend verkürzt. Ist die occipitale Druckwirkung seitlich nach rechts oder nach links verschoben, der Schädel sonach unsymmetrisch, auf der einen Seite mehr als auf der anderen abgeflacht, so erscheint auch die Ansicht des Schädels in der Norma basilaris entsprechend seitlich schief.

Diese Einwirkungen auf die Contouren der Basilaransicht erstrecken sich aber bei den hier der Untersuchung vorliegenden Schädeln nicht auf die mittleren Partien der Schädelbasis. Die sagittale Mittellinie der Schädelbasis weicht nicht nach rechts oder links ab, der sagittale Durchmesser des Foramen magnum, sowie die sagittale Mittellinie der Pars basilaris des Hinterhauptbeins, weichen ebensowenig aus der normalen Richtung. Auch in der Frontalrichtung zeigt die Schädelbasis im Centrum keine Verschiebung. Die Hinterhaupts-Condylen an den Seiten des Foramen magnum stehen gleich in ihrer Richtung zur sagittalen Mittellinie der Schädelbasis, eine die Mittelpunkte ihrer Wölbung verbindende Gerade steht senkrecht auf der Sagittallinie, ebenso eine gerade Linie, welche die hintersten Auswölbungen der Ränder der Condylen tangirt. Das gleiche Verhalten lassen auch die Zitzenfortsätze

erkennen. Eine gerade Linie, welche die Spitzen derselben verbindet, steht senkrecht auf der sagittalen Mittellinie der Schädelbasis, ebenso wie gerade Linien, welche gleichzeitig an die Vorderränder der Zitzenfortsätze oder an die Hinterränder tangirend angelegt werden. Auch der Gaumen zeigt keine Verschiebung seiner Sagittalaxe.[1])

Sehr auffällig erscheint es, dass auch bei den stärksten Deformirungen des Hirnschädels mit der Stirn das **Gesicht keine bemerkbaren Verschiebungen** nach rechts oder links erkennen lässt. Bei den stark plagiocephalen, unsymmetrisch occipital verdrückten Schädeln ist dieser Mangel einer Beeinflussung des Gesichtskelets besonders auffällig. Aber die Messungen haben ergeben, dass die beiden Gesichtshälften, die rechte und linke, bei allen hier vorliegenden Schädeln s. v. v. symmetrisch sind. Das Gesicht als solches, abgesehen von der dem Hirnschädel zugehörenden Stirn, nimmt nach den Messungen, welche der Augenschein bestätigt, an der Deformirung des Schädels keinen Antheil. Daraus erklärt sich, dass bei lebenden Indianern der deformirte Kopf wenig oder nicht in die Augen springt. Schief nach aufwärts gewendete (fliehende) Stirnform kommt auch ohne Deformirung oft genug vor, so dass am Lebenden schwer zu entscheiden ist, was der „Kunst“ und was der Natur bei derartigen Stirnformen zugeschrieben werden darf. Die occipitale Deformation verdeckt stets der starke Haarwuchs bis zu einem gewissen Grad, schwächere Abplattungen entziehen sich dadurch auch dem geschulten Auge.[2]) —

Bemerkenswerth erscheint es, dass durch die Deformation der Sattelwinkel der Schädel nicht verändert, wenigstens gewiss nicht verkleinert wird. Die Messungen dieses für die Unterscheidung des Menschenschädels ausschlaggebenden Maasses hat bei all diesen deformirten Schädeln Werthe ergeben, welche nicht von den an undeformirten Indianer-Schädeln, aber ebensowenig von den an europäischen Schädeln gemessenen Winkeln sich unterscheiden. Wenn also auch die Deformirung, namentlich die stärkere Abplattung der Stirn dem Schädel ein in gewissem Sinn thierisches Aussehen verleiht („Fuchskopf-Indianer“), so beweist das Normalbleiben des Sattelwinkels, dass dadurch das typisch Menschliche an der Schädelform nicht verändert wird.

---

[1]) Herr R. Virchow fand an einem in dem Werke über Ancon beschriebenen Schädel das grosse Hinterhauptsloch verdrückt. l. c. S.

[2]) Durch Wirkung von Binden, welche das ganze Gesicht umgriffen, erklärt Herr R. Virchow eine von ihm beschriebene Einbiegung der Unterkieferwinkel. l. c. S.

II. Die Methoden der Kopfformung.

Niemand hat bisher daran gezweifelt, dass die zum Theil so wunderlichen Kopfformen, welche sich unter den deformirten alt-peruanischen Schädeln finden, absichtlich, willkürlich, künstlich, zu irgend einem bestimmten Zweck von den Müttern durch Einbinden der neugeborenen Kinder in einen „Druckapparat" hergestellt worden seien und von heutigen Indianer-Stämmen zum Theil noch hergestellt werden.

Ueber die dabei herrschende Absicht wurden verschiedene Meinungen geäussert. Hippokrates hatte seiner bekannten Beschreibung der Makrocephalen am Vorderabhang des Kaukasus und der davorliegenden Steppe die Bemerkung beigefügt, dass man die Personen mit solchen künstlich deformirten Köpfen für die „Edelsten" gehalten habe.[1]) Von diesem Gedanken geleitet, erklärte man die Deformation des Kopfes als ein Abzeichen höheren Ranges, z. B. der Häuptlinge. Andere meinten, man habe die Sitte der Kopfdeformirung aus dem Kastenwesen, aus religiösen Anschauungen oder aus ästhetischen Gründen zu erklären. Im letzteren Sinne glaubte man, man habe die deformirten Köpfe gleichsam als Mode für besonders schön gehalten und die Köpfe der Kinder nach einem Schönheitsideal gemodelt, in ähnlicher Weise, wie heute beim weiblichen Geschlecht in Europa der Brustkorb durch „Druckapparate" nach unten verlängert und verschmälert zu werden pflegt, dem Schönheitsideal der modischen, weiblichen Gestalt entsprechend. Auch davon hat man gesprochen, dass die Indianer Amerikas sich ihre Köpfe nach der Form ihres „Wappenthieres" umzumodeln trachten: die Fuchskopf-Indianer in die Form des Fuchskopfs mit zurückfliehender Stirn und vorstehender Schnauze.

Man hat sich in phantastischer Weise, wie oben erwähnt, für die Ausführung dieser „Operation" der willkürlichen künstlichen Kopfumformung wahre Marter- und Folterwerkzeuge construirt, „Druckapparate", „Druckmaschinen", in welche die Kinder eingeschnürt gehalten werden sollten, bis die gewollten Kopfformen erreicht seien. Die dabei von den kleinen „Operirten" auszustehenden Martern sollten nicht ohne krankhafte Folgen für die Entwicklung des gesammten Schädels und seiner einzelnen Knochen und Hohlräume bleiben.

Vielfach hat man daran gedacht, dass in Folge der Einschnürung der Hirnschädel im Ganzen in seinem Wachsthum gestört und künstlich klein, manchmal geradezu mikrocephal gehalten werde.[2]) — Da der Druck an einigen Stellen des Schädels stärker wirkt als an anderen, so sollten die in die Druckflächen einbezogenen Knochen besonders leiden, namentlich erklärte man vorzeitige Nathverwachsungen innerhalb der Druckflächen als durch

---

[1]) Die Literatur s. R. Virchow, Crania ethnica Americana S. 9 u. s. w.

[2]) N. Rüdinger, Ueber künstlich deformirte Schädel etc. S. 14; v. Schrötter s. unten.

den, eine Art entzündlichen Processes bedingenden, äusseren Druck hervorgerufen. Die „heissen Köpfchen“ der der „Operation“ unterliegenden Kinder sind in diesem Sinne erfunden. Bei den deformirten Schädeln aus den Neuen Hebriden glaubte Herr Rüdinger die auffallend zahlreichen Störungen in der Ausbildung der Schläfengegend, namentlich die an europäischen Schädeln sehr seltenen Verbindungen der Schläfenschuppe, direct mit dem Stirnbein, sowie „trennende“ Schaltknochen in der ehemaligen Schläfenfontanelle auf den in der Schläfengegend stärker einwirkenden Druck von Zirkelbinden beziehen zu sollen. Auch die Augenhöhlen der Schädel aus den Neuen Hebriden seien in Folge der Druckwirkung verengert und verschmälert, die Augenhöhlenspalten und das Foramen opticum verengert (l. c. S. 15, 17). Herr R. Virchow u. A. hat auf die relative Häufigkeit von Exostosen am äusseren Gehörgang der Alt-Peruanerschädel hingewiesen und sehr charakteristische, bildliche Darstellungen von diesen krankhaften Missbildungen gegeben.[1])

Alles das vereinigte sich, um mit Verwunderung, nicht ohne Abscheu, auf solche Schädel als auf die Zeugen einer grausamen und unerklärlichen Verirrung des menschlichen Geistes blicken zu lassen. —

Die Annahme einer **absichtlichen Schädeldeformirung** kann aber nach den neuen Untersuchungen für die Alt-Peruanerschädel nicht mehr aufrecht gehalten werden.

So lange man zum vergleichenden Studium nur einzelne solche deformirte Schädel in den Sammlungen besass — und man wünschte und erhielt für die craniologischen Sammlungen nur ganz exquisite Stücke der Art, — war die Meinung der absichtlichen Herstellung der Kopfdeformation selbstverständlich.

Die hier vorliegenden Schädelserien aus Ancon und Pachacamác sind dagegen absichtlich aus dem Gesichtspunkte auf dem Todtenfelde und in den Ruinen unter den dort zahlreich zu findenden Schädeln ausgewählt und gesammelt worden, um **alle vorkommenden Schädelformen** der beiden Gräberstätten zu repräsentiren.

Da ergibt sich, dass hier ein ganz allmähliger, ununterbrochener, stetiger Fortschritt von Schädelformen mit kaum merklicher Deformation bis zu den extremsten Verunstaltungen der Schädel vorliegt. Herr R. Virchow erklärte, wie wir sahen, die occipitale Deformation geringen Grades für gleichsam zufällig, die Deformationen höheren und höchsten Grades dagegen für beabsichtigt und willkürlich zu bestimmtem Zweck (Erzeugung des Schönheitsideals der Mode) hergestellt.

Aber die hier vorliegenden Schädelreihen zeigen nirgends eine Grenze zwischen zufällig erzeugten und beabsichtigten Formen. Die geringsten Grade der Deformation schreiten stetig zu höheren und zu den höchsten Graden fort.

Herr R. Virchow hat (l. c. S. 9) darauf hingewiesen, dass sich occipitale Deformation der Schädel aus der Art und Weise erklärt, wie bei verschiedenen Stämmen der Indianer die kleinen Kinder von ihren Müttern getragen und gebettet zu werden pflegen.

„Der Gedanke“, sagt Herr R. Virchow, „ein Kind, das viel mit herumbewegt werden muss, das zahlreichen Stössen und Erschütterungen ausgesetzt ist, auf ein Brett zu binden,

---

[1]) l. c. Taf. IX und der dazu gehörige Text. —

F. R. Seligmann, Verh. d. 43. Vers. deutscher Naturforscher und Aerzte 1869.

liegt sehr nahe. In der That ist diese Sitte bei sehr vielen noch jetzt lebenden Stämmen in grösster Ausdehnung in Uebung. Früher wird der Gedanke wahrscheinlich noch häufiger verwirklicht worden sein. Mit der Länge der Fixirung ergibt sich, auch ohne alle Absicht, eine Steigerung der Deformation. Die Wölbung des Hinterhaupts wird immer mehr abgeplattet".

Diese „Bretter", auf welche die Kleinen gebunden werden, sind aber nichts anderes als Tragvorrichtungen und Schutzapparate für das Kind, welche mit diesem nicht nur bequem irgend wo aufgestellt und angelehnt werden können, möglichst ohne dass das Kind äusseren Verletzungen ausgesetzt wäre, sondern welche auch, am Kopf- und Fussende

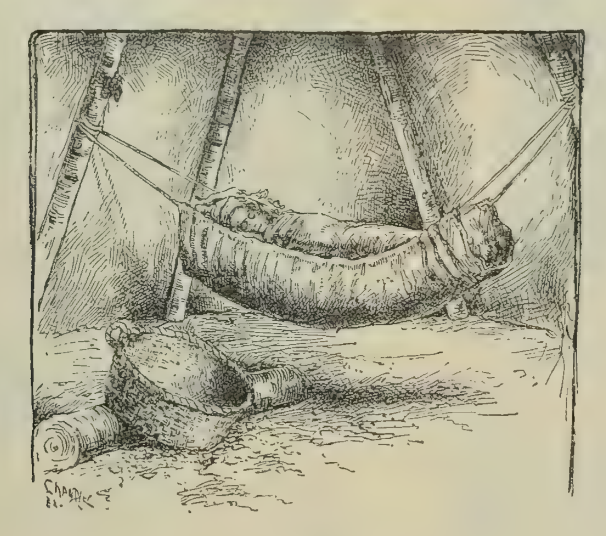


Fig. 34.

Indianische Wiege. (Cape Breton.)
(Nach O. T. Mason.)

aufgehängt, als „Wiegen" der Kinder dienen, Fig. 34. Es sind thatsächlich transportable Wiegen, in welchen die Kinder überall hin von der Mutter mitgenommen werden können.

Herr O. T. Mason[1]) hat eine vortreffliche Abhandlung über diese transportablen „Wiegen" der Indianer veröffentlicht, reich mit Abbildungen der verschiedenen Wiegenformen der einzelnen Indianerstämme illustrirt. Diese Wiegen sind stets aus einem festen Material, aus Brettern oder Stäben, welche ein Gerüst bilden, hergestellt. Das Gerüst ist dann ausgepolstert, mit einem Ueberzug aus Fell u. ä. versehen, in welchen die Kinder so fest eingebunden werden, ähnlich wie unsere „Wickelkinder", dass sie nicht herausfallen können. Zum Transport der Kinder hängen die Mütter diese transportablen Wiegen, z. B. an einem Riemen über die Stirn gehalten, auf den Rücken, wie bekanntlich die amerikanischen Indianer auch sonst vielfach Lasten tragen, Fig. 35 1.

---

[1]) Otis T. Mason, Cradles of the American aborigines. Annual Report of the Smithsonian Institution. 1889. Part II, S. 161 ff. Washington U. S.



1 2

Fig. 35.

Indianerin mit Wiege.

(Nach O. T. Mason.)

1. Apache-Weib, ihr Kind tragend. Die Wiege an der Stirn aufgehängt auf dem Rücken tragend.
2. Das Kind nährend, ohne es aus der Wiege herauszunehmen.

Das Kind wird hiebei aufrecht getragen, sein Kopf sinkt nach vorwärts, Fig. 35 1, wenn nicht eine Einrichtung getroffen ist, um ihn zurück in normaler Lage zu halten. Zu diesem letzteren Zwecke und um auch den Kopf des sonst durch die Einbindung am übrigen Körper schon gut geschützten Kindes möglichst vor den Einwirkungen der Witterungseinflüsse, wie Sonne, Regen und Schnee, zu bewahren, erhalten diese Wiegen über dem Kopf des Kindes ein kleines Dach, ähnlich wie unsere Kinderwagen solche Dächer haben, nur liegen die letzteren bei den Indianerwiegen, ihrem ersten Zweck entsprechend, dem Kopf des Kindes thunlichst nah an. Das Dach besteht entweder aus einem mit Fell oder Stoff überzogenen Gerüste von halbkreisförmig über die Kopfregion der Wiege gebogenen dünnen Stäben, Fig. 36 1, 2, 3a und b, Fig. 39, in verschiedener Anordnung,

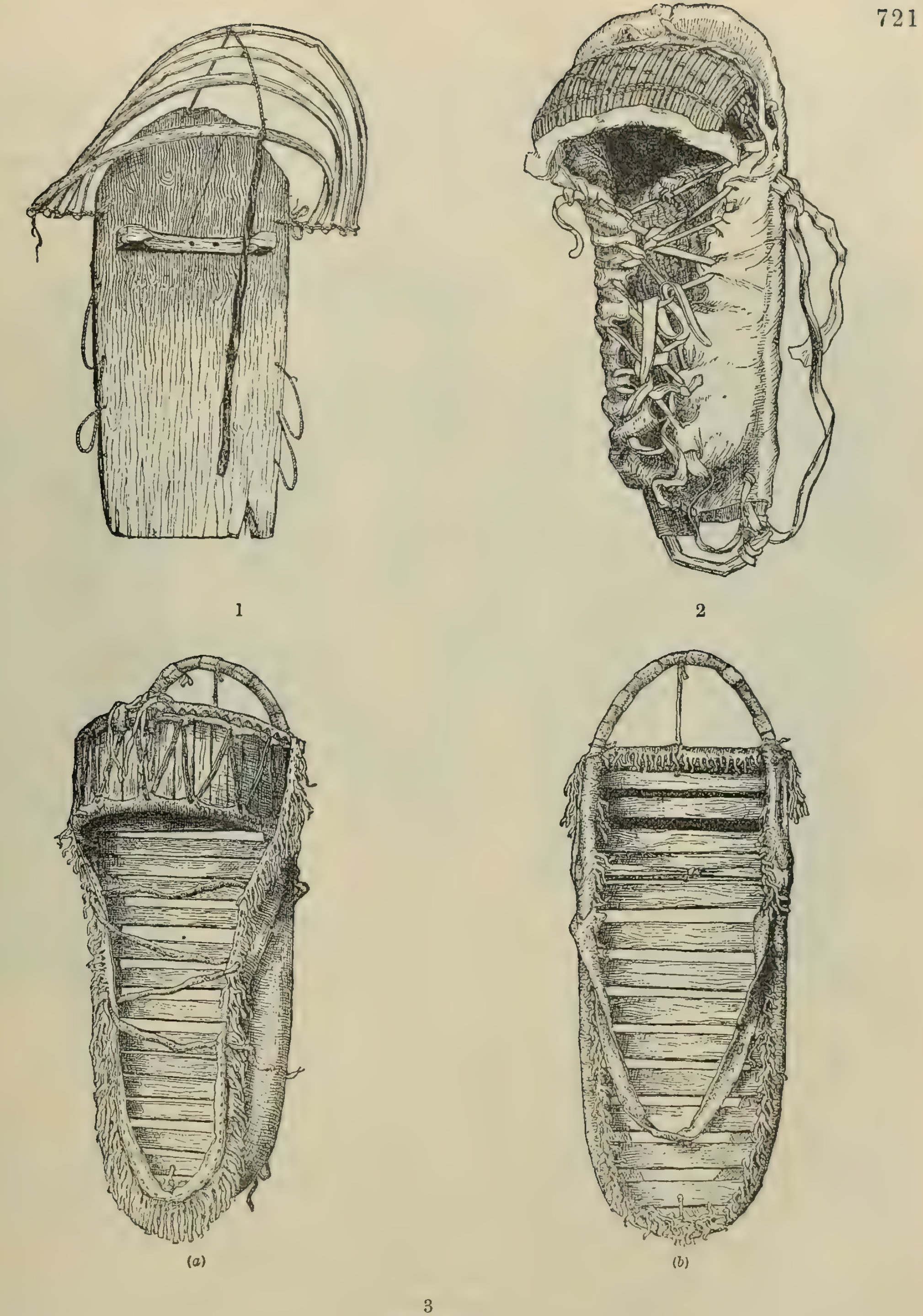


Fig. 36.

Indianische Wiegen mit festem Dach.
(Nach O. G. Mason.)

1. Zuñi-Wiegengestell. 2. Nevada-Ute-Wiege. 3. Apache-Wiege, (a) Vorder-, (b) Rückansicht.

oder es ist das Dach, welches dann mehr als eine an dem Kopfende der Wiege befestigte Haube bezeichnet werden muss, ohne festen Rahmen, nur aus Leder oder anderem weichen Stoff hergestellt, Fig. 37. Dieses „Häubchen“ liegt, wie gesagt, dem Kopf nahe an und wird an den beiden Seiten der Wiege, wenn das Kind sonst in diese eingebunden ist, je durch ein oder zwei Bänder, Riemen so befestigt, dass der Kopf gleichzeitig geschützt und gehalten ist.

Die Wiegen, von welchen Herr O. T. Mason ein Exemplar unter der Bezeichnung: Wiege vom Yukon River (l. c. S. 167, Fig. 4) nach dem Object selbst abbildet, Fig. 38,

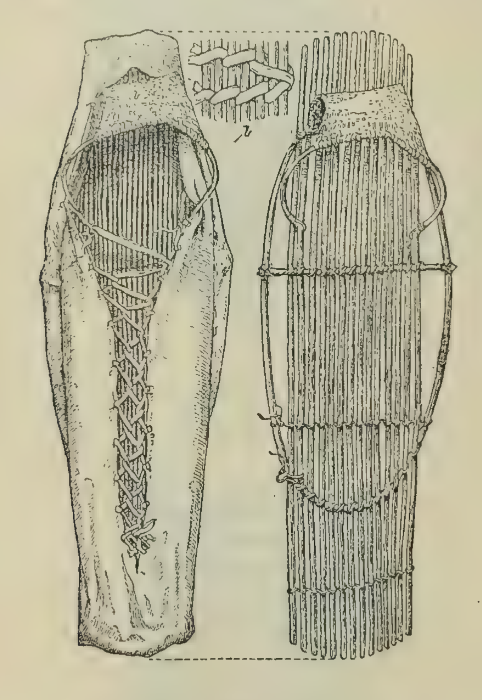


Fig. 37.

Indianische Wiege mit weichem Dach.
(Ute-Wiege.)
(a) Gestell, (b) mit Fell überzogen.
(Nach O. G. Mason.)

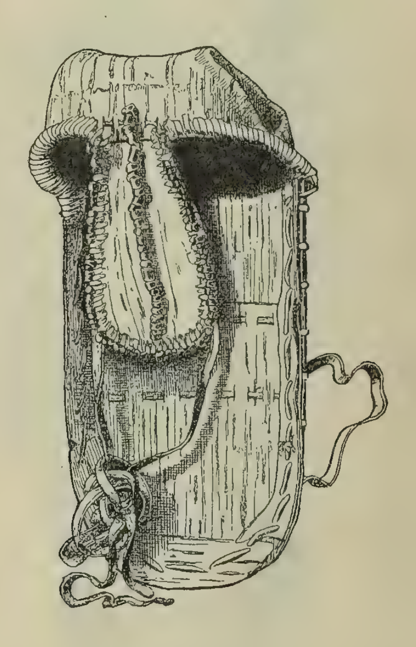


Fig. 38.

Indianische Wiege mit Gesichtsschutz.
(Birch-Bark-Wiege
von Yukon River, Alaska.)
(Nach O. G. Mason.)

hat ausser dem Kopfdach an diesem letzteren noch eine ziemlich grosse und breite mittlere „Klappe“, welche auch das Gesichtchen noch schüzt, welches bei den Wiegen der übrigen Stämme im Wesentlichen frei bleibt. Diese Klappe scheint nach Herrn Mason vor Allem ein Schutz gegen Mosquitos zu sein. Aber alle diese Schutzeinrichtungen für den Kopf schützen diesen auch vor manchem Stoss und Schlag von Zweigen u. ä.

Einige Stämme benützen sehr einfache Wiegen, bei anderen sind sie hübsch, zum Theil reich verziert und für Auge und Ohr des Kleinen hängen in der Nähe des Köpfchens verschiedene Spielsachen. Hierin herrschen feste Stammesdifferenzen, der Bau der Wiegen ist nach der Stammeszugehörigkeit geregelt, typisch.

Herr Professor Dr. Felix von Luschan hat zwei von ihm angefertigte Photographien indianischer Wiegen, zur Verfügung gestellt nach Originalen, welche sich in dem kgl. Museum für Völkerkunde in Berlin befinden. Nach diesen sind die Figuren 40 und 41 hergestellt worden: „Die Wiege mit dem Cederbastbündel auf dem Kopf der Holzpuppe ist aus West-Vancouver, Fig. 40; die andere, Fig. 41, aus Uta.“ (F. v. Luschan.)



Fig. 39. Art der Befestigung des Kindes in der Wiege. Wiege von Oregon-Indianern. (Nach O. G. Mason.)

Fig. 40. (West-Vancouver.) **Fig. 41.** (Uta.)

Indianische Wiegen aus dem Museum für Völkerkunde in Berlin nach Phothographien von Felix von Luschan 40 aus West-Vancouver und 41 Uta.

Der verschiedene Bau der Wiegen erklärt nun die grosse Mehrzahl der scheinbar willkürlichen Deformationen des Kopfes des Kindes, welche um so mehr den Eindruck der Absichtlichkeit hervorrufen, da sie bei den verschiedenen Stämmen verschieden sind, aber der Grund für die verchiedenen Kopfformen liegt in der verschiedenen Form der Wiegen bei den verschiedenen Stämmen.

Herr Virchow hat für die occipitale Deformation, für die Abplattung des Hinterkopfs, wie oben dargestellt, auf die harte Unterlage hingewiesen, auf welche das Kind im Ganzen und mit seinem Kopf möglichst unbeweglich aufgebunden wird. Der von dem Kopf gegen

die harte Unterlage ausgeübte Druck und der Gegendruck der Unterlage gegen den Kopf genügen, um bei kürzerer oder längerer Dauer der Festbindung jeden Grad der Abplattung des Hinterkopfs zu erklären. Liegt das Kind dabei auf der Mitte des Hinterkopfs auf, so entsteht eine symmetrische Abplattung desselben mit einer centralen Druckfläche. Liegt der Kopf etwas schief nach der einen oder anderen Seite, so wird die Abplattung des Hinterkopfs entsprechend unsymmetrisch, die Druckfläche nach rechts oder links verschoben. Die Abplattung trifft dann das eine Scheitelbein und dessen Umgebung stärker als das andere, der Kopf wird schief, rechts oder links mehr eingedrückt, plagiocephal. Bekanntlich behalten die Neugeborenen eine einmal gewöhnte schiefe Lagerung des Kopfes bei und gehen, wenn man sie nicht absichtlich daran hindert, immer wieder in dieselbe zurück, so oft man ihnen den Kopf auch nach der anderen Seite wenden mag. Unter den 33 Schädeln der hier besprochenen Serien sind 10 mehr oder weniger, einige sehr stark, schief occipital abgeplattet; weit häufiger liegt die Druckfläche links als rechts, unter den 10 plagiocephalen Schädeln besitzen 8 ein links, dagegen nur 2 ein rechts stärker abgeflachtes Hinterhaupt. Die Neigung der Neugeborenen, den Kopf nach links zu legen, war sonach vorherrschend.

Die verschiedene Form der festen Unterlage für den Hinterkopf erklärt auch ungezwungen die seltenen individuellen Formen der occipitalen Abplattung. Liegt der Kopf direct an dem nach aufwärts concav gebogenen Kopfende der Wiege an, so wird, wie beschrieben, die Druckfläche am Hinterhaupt entsprechend gebogen sein. Da die Gerüste der Wiegen vielfach nicht aus Brettern, sondern aus Stäben hergestellt werden, welche für den Wiegenboden der Längsaxe parallel angeordnet sind, so wird der mittlere dieser Stäbe, wenn er nur in geringem Grad sich gegen die seitlichen Stäbe erhebt, bei symmetrischer Lage des Hinterkopfs in der sagittalen Mitte desselben den geschilderten rinnenartigen Eindruck, die flach-rinnenartige sagittal in der Mittellinie des Hinterhaupts verlaufende Druckfläche hervorbringen; um so sicherer, da, wie die obige Darstellung der Zweilappung des Hinterhaupts ergab, in der Richtung des hinteren Abschnitts der Sagittalnath der Gegendruck des Kopfes ein geringerer ist, als rechts und links von ihr. Der betreffende vorstehende Mittelstab des Wiegengerüstes drückt sich dann in die bei symmetrischer Lagerung des Hinterkopfs und höheren Graden der occipitalen Abflachung aus inneren Ursachen der Schädelbildung entstehende Hinterhauptsrinne ein.

Eine Anzahl der hier vorliegenden alt-peruanischen Schädel zeigt keine, andere nur eine ganz minimale Abplattung des Hinterkopfs zum Beweis, dass weder bei dem Volke von Pachacamác noch bei dem Volke des Todtenfeldes von Ancon das Einbinden der Kinder in eine Wiege mit festem Kopfwiderlager eine allgemein geübte Sitte war. Die sesshafte Bevölkerung konnte den Gebrauch der doch vor Allem für den Transport der Kinder auf Wanderzügen gebauten Wiegen verlassen und, wie es heute viele Indianerstämme thun, die Kinder frei tragen; Herr K. von den Steinen gibt davon, wie die Indianerinen Centralbrasiliens ihre Kinder auf der Hüfte frei tragen, das bekannte sehr anschauliche Bild, dabei können die Köpfe der Kinder nicht occipital deformirt werden.

Aber wenn auch der Gebrauch der festen Wanderwiege in einzelnen Fällen von den alten Stämmen in Pachacamác und Ancon verlassen wurde, so wurde trotzdem der Kopf des Kindes nicht ungeschützt gelassen und keiner der Schädel dieser Serien von Alt-Peruanern lässt die mehr oder weniger deutlichen Spuren der Kopfumformung durch einen speciellen Kopfschutz vermissen.

Vor Allem sind es solche, wie die geschilderten, aus relativ weichem Material, wohl vielfach aus Leder bestehenden häubchenartigen Kopfschutzvorrichtungen, mit dem Kopfende der Wiege verbunden, deren Spuren die alt-peruanischen Köpfe für das ganze Leben an sich tragen. In der sagittalen Mittellinie sind diese kleinen ledernen Kopfdächer in einer nach oben gewendeten Mittelfalte abgebogen, während die seitlichen Theile durch die Bindevorrichtungen herabgezogen und an die Seitentheile des Kopfes fester angepresst werden. Dem entsprechend bleibt der direct überdachte vordere Theil des Schädeldachs in der sagittalen Mittellinie vom Druck frei, die seitlichen Theile werden dagegen stärker gedrückt. Es bleibt daher der vordere Abschnitt der Sagittalnath und beiderseits ihre nächste Umgebung ohne Druckwirkung in ihrer normalen Form und erheben sich dadurch als „vordere Sagittalcriste“ über die durch den Druck abgeflachten oder mehr rinnenartig eingedrückten seitlichen Partien des Schädels. Die meist etwas rinnenartige Form dieser beiden seitlichen (rechts und links) Druckflächen: „Coronarrinnen, Coronarfurchen oder Schnürfurchen“, entsteht durch eine von dem Band, mit welchem das weiche Kopfdach an dem Wiegengestell befestigt ist, regelmässig veranlasste Falteneinbiegung des ersteren.

Geht dieses weiche Kopfdach auch über den oberen Theil der Stirn hin, so entsteht durch den mangelnden Druck in der sagittalen Mittellinie, wo das weiche Dach in einer schmäleren oder breiteren Falte aufgebogen ist, „der sagittale Mittelgrat der Stirn, die Stirncriste oder das Stirndreieck“, d. h. die mittleren Stirnpartien bleiben hier unabgeflacht. Seitlich entsteht dann durch das Andrücken des weichen Daches an die Stirn die seitliche Stirnabplattung. Das rechts und links den vordersten, die Stirn deckenden, Abschnitt des weichen Kopfdaches an das Wiegengerüste befestigende Band (Riemen) ist so angebracht, dass der von ihm auf die Stirn ausgeübte Druck über den normalen Stirnhöckern und etwas vor der Kranznath wirkt. Dadurch bleiben in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Stirnhöcker erhalten und die nicht gedrückte, obere seitliche Partie jeder Stirnbeinhälfte hebt sich gegen die gedrückte und dadurch abgeflachte unter ihr als ein „künstlicher Stirnhöcker, als ein künstlicher Stirnwulst“, hervor.

Das vordere Paar der Bänder drückt das weiche Kopfdach gegen die Stirn und erzeugt hier die geschilderte Abplattung rechts und links vom künstlichen Stirngrat. Das hintere Paar der Bänder drückt dagegen die vorderen Partien des Scheitels und verursacht dadurch dort rechts und links von dem vorderen Sagittalgrat die Coronarfurchen. Nur in einzelnen Fällen sind die beiden Bänderpaare einander so nah gerückt, so nahe an einander an dem weichen Kopfdach der Wiege befestigt, dass ihre Druckwirkungen in einander fliessen, so dass zwei gemeinsame Druckflächen den Vorderkopf, die vordere Scheitelgegend und die Stirn abflachen. In der Ueberzahl der hier beobachteten Fälle bleiben aber die beiden Bindespuren von einander deutlich gesondert.

Auch hiebei haben sonach nicht „Bindevorrichtungen“ oder „Zirkelbinden“, absichtlich zur Deformirung des Kopfes angelegt, gewirkt, sondern lediglich die von den Müttern zum Schutze des kindlichen Kopfes angewendete haubenartige Kopfbedeckung.

Aehnliche Kopfbedeckungen, wie sie im Vorstehenden in fester Verbindung mit den Wiegen geschildert worden sind, haben auch jene Kinder getragen, welche nicht, wenigstens nicht mit dem Hinterkopf, auf eine feste unnachgiebige Wiege aufgebunden waren. Die Wirkung solcher „freier Kinderhäubchen“ der alt-peruanischen Stämme ist die Hervorbringung der künstlichen und extremen Dolichocephalie. Während wir bisher die Wiegen

der Alt-Peruaner nur aus ihren Wirkungen auf den Kopf der Kinder und aus Vergleichung dieser Wirkungen mit denen ähnlicher noch heute gebräuchlicher Wiegen einiger Indianerstämme kennen, sind wir über diese „freien Kinderhäubchen“ besser unterrichtet.

Die Betrachtung des künstlich dolichocephalen Schädels aus dem Todtenfelde von Ancon zeigt, dass Stirn und vordere Scheitelgegend in gleicher resp. sehr ähnlicher Weise abgeplattet und deformirt sind wie bei den künstlichen Brachycephalen. Auch dieser Schädel zeigt einen künstlichen Stirngrat und einen künstlichen vorderen Sagittalgrat und neben beiden rechts und links die energischen Bindespuren. Es kommen aber noch weitere Bindewirkungen hinzu, welche, wie die eben mitgetheilten beweisen, dass hier nicht eigentliche Zirkelbinden, wie sie z. B. an den künstlich dolichocephalen Schädeln der Neuen Hebriden aus ihren Wirkungen nachgewiesen werden können, zur Verwendung kamen. Die Bindespuren hinter der Kranznath, unter und seitlich von dem künstlichen vorderen Sagittalgrat, erscheinen als nach vorne deutlich begrenzte rinnenartige Eindrücke, nach hinten zu sind sie dagegen weniger scharf begrenzt und verbreitern sich im Gegensatz gegen die bei den künstlichen Brachycephalen beobachteten Verhältnisse so beträchtlich, dass die Druckwirkung noch die Gegend der Scheitelbeinhöcker in sich einbezieht und die letzteren eingepresst hat. Solche Bindespuren gehen auch zum Hinterkopf und vereinigen sich unter diesem. Eine „Binde“ wurde jederseits von der Stirn ausgehend unter dem Hinterkopf herumgeführt; eine zweite „Binde“ wirkte vom Scheitel nach vorwärts und abwärts. Durch die von der Stirn unter dem Hinterkopf herumgeführte „Binde“ wurde der Hinterkopf nach hinten hervorgepresst, indem die Seitentheile des Schädels comprimirt wurden. Dieselbe „Bindenvorrichtung“ combinirt mit der zweiten, vom Scheitel nach vorn und abwärts wirkenden, erniedrigte mit dieser gemeinsam den Schädel.

Herr Dr. phil. et med. Hermann von Schrötter hielt in der anthropologischen Gesellschaft in Wien im Jahre 1898 einen Vortrag[1]) mit „Demonstrationen zwei deformirter Peruanerschädel“. Dieselben stammen aus Nord-Chile, wo sie von Herrn Frank beim Bau eines Turbinencanals unfern von dem Orte Calama am Rand der Salpeterwüste Atacama ausgegraben wurden. Die Körper waren in einem Grabe, Mann und Kind in hockender Stellung in das Mumiennetz gehüllt; der spärliche Grabschmuck, eine aus Knochen und Muscheln zusammengesetzte Kette, farbiges, wollenes Gewebe, „stimmen mit denen überein, wie sie die Herren Reiss und Stübel von dem Gräberfeld von Ancon geschildert haben.“

Der eine dieser Schädel, der männliche, wird von Herrn von Schrötter als ein schönes Beispiel der „Longheads“ geschildert, die „Längendimensionen haben auf Kosten der Querdimensionen zugenommen“. Auch der kindliche Schädel, dessen „Stirnfontanelle“ ausdrücklich erwähnt wird, hat „bereits eine bedeutende Elongation erlangt“, ist sonach auch ein „Longhead“.

Dieser Kinderschädel beansprucht ein hohes Interesse, „da an demselben noch die die Deformation bedingende Wickelung in ihrer ursprünglichen Form erhalten ist, wodurch die etwa noch strittige Auffassung über die Entstehung der peruanischen Langschädel greifbar bewiesen wird“. „Es geht ein aus vielen Schnüren zusammengedrehtes Band in doppelter Tour von der stark deprimirten Stirn und vor den Parietalhöckern unter die Protuberanz des Hinterhaupts, welches von einem netzartig geflochtenen, mit Haaren

---

[1]) Mittheilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien. Bd. XXVIII 1898 S. 46 ff.

und Federn geschmückten Korbe umfasst wurde, der an die Maschen des vorerwähnten Bandes geknüpft war. Der Knoten des Deformationsbandes befindet sich unten am Schädel."

Hier liegt also ein freies „Kinderhäubchen" aus alt-peruanischer Zeit vor, aus dessen Anwendung schon eine stärkere Verlängerung des kindlichen Kopfes, der das Häubchen als Schmuck und Schutz zugleich trug, hervorgegangen war. Die Beschreibung dieses Kinderhäubchens lässt noch manche Fragen offen und wahrscheinlich war die Form der künstliche Dolichocephalie bewirkenden Häubchen bei den alten Ancon-Bewohnern nicht vollkommen die gleiche, wie jene der Bewohner von Calama, aber wir haben hier, wie ich denke, zum ersten Mal eine Beschreibung eines „Kopf-Deformirungs-Apparats" aus alt-peruanischer Zeit und sehen den Kopf des Kindes noch in diesem „Apparat", die „Operation" also noch gleichsam im Gange. —

Die Schutzvorrichtungen für das Kind und speciell für seinen Kopf sind und waren verschieden bei den verschiedenen amerikanischen Völkern und Stämmen. Der geschilderte Gang der Deformirung des Schädels gilt sonach direct nur für die alte Bevölkerung von Pachacamác und Ancon, aber im Principe dürfen wir wohl Uebereinstimmung voraussetzen.

Die oben erwähnte, aus weichem Stoffe bestehende „Gesichtsklappe" zum Schutze des Kindes bei Wanderung durch Wald und Gebüsch auf dem Rücken der Mutter, vor Stoss und Schlag der Aeste und Zweige, wie vor dem Stich der Stechmücken, Fig. 38, mögen, da sie einen Druck auf die Mitte der Stirn in sagittaler Richtung auszuüben scheinen, eine mittlere Stirnabflachung hervorrufen, wenn nicht auch sie etwa nicht in der Längsrichtung mit einem Bande, sondern, wie es Herr Mason abbildet, seitlich mit zwei Bändern, eines rechts, das andere links, an das Wiegengestell befestigt werden. In letzterem Falle wird sich auch eine sagittale, mittlere, künstliche Stirncriste ausbilden können. Diese Formen von Wiegen mit Gesichtsklappe sind es, aus welchen die Phantasie jene Marterinstrumente zum Zwecke der Kopfdeformirung (s. Fig. a S. 6) construirt hat.

Aus eigener Beobachtung kenne ich bisher keine Schädel mit gleichmässig durch eine horizontale Druckfläche niedergedrücktem Schädeldach. Solche Formen könnten aber durch Anpressen des Kopfes gegen ein von dem Liegebrett zunächst gerade (senkrecht) aufsteigendes Dach hervorgebracht werden. Solche Wiegen habe ich bisher nicht beschrieben gefunden.

Wie oben schon gelegentlich erwähnt, besitzen die von Herrn Rüdinger untersuchten Schädel von den Neuen Hebriden keine vordere Sagittalcriste, bei ihnen geht die „Schnür-rinne" — einen wahren Sattelkopf erzeugend — über die vordere Scheitelpartie ununterbrochen fort, so dass hier ein einschnürendes Band direct von oben nach unten, wohl unter das Kinn, geführt war, etwa so wie bei unseren deutschen Kinderhäubchen. Auch der übrige Kopf des Kindes war gut eingebunden und dadurch geschützt, wie die Bindespuren ergeben. Es wäre möglich und interessant, die von jenen Stämmen der Südsee mit deformirten Köpfen gebrauchten Kopfschutzvorrichtungen für ihre Neugeborenen kennen zu lernen. —

Herr Boas hat schon darauf hingewiesen,[1]) dass sich Uebergänge von der einen (deformirten) Schädelform zur anderen nachweisen lassen. Herr R. Virchow hat hiefür namentlich die Zuckerhutköpfe, die künstlichen Oxycephalen, hervorgehoben. Es finden

---

[1]) R. Virchow l. c. S. 15 u. a. w.

sich, wie oben dargelegt, solche Uebergänge, auf theilweiser Aehnlichkeit der Druckwirkungen beruhend, auch zwischen den extremsten Differenzen der Schädelumformung: den extremen Brachy-hypsicephalen und den extremen Dolicho-chamaecephalen des Todtenfeldes von Ancon. —

Das im Vorstehenden Ausgeführte gibt auch zum Theil schon Antwort auf die Frage, warum die Schädeldeformation so sehr verschiedene Grade erkennen lässt. Aber es mag noch einmal speciell darauf hingewiesen werden, dass eine stärkere Deformation nicht sowohl eine stärkere Compression, sondern vor Allem eine längere ununterbrochene Dauer derselben voraussetzt. Das letztere wird namentlich auf längeren Wanderzügen eintreten oder bei einer anderweitigen dauernden Beschäftigung der Mutter, gegen welche die Pflege des Kindes zurückstehen muss. Ein weiterer Grund für eine stärkere Deformation liegt auch im Kopf des Kindes selbst. Da, wie gesagt, an diesen Schädeln Spuren der Rachitis fehlen, so darf man nicht wie in Europa an ein „weiches Hinterhaupt" denken, aber es ist sehr charakteristisch, dass der grösste und dadurch schwerste Kopf dieser Reihen auch die stärkste occipitale Deformation erkennen lässt. Die grössere oder geringere Schwere, und die grössere oder geringere Knochenfestigkeit, welche bei diesen Alt-Peruaner-Schädeln die beträchtlichsten Differenzen zeigt, sind innere Gründe, welche bei der Kopfdeformation, hier wie überall, mitsprechen, und zwar namentlich bezüglich der auf Druck und Gegendruck zwischen Kopf und Unterlage beruhenden occipitalen Deformation. —

Ein weites, dem Kopf des Kindes nicht direct anliegendes Wiegendach kann doch auch Ursache von frontaler Deformirung werden. Die oben gegebene Abbildung der Indianerin, welche ihr Kind in einer Wiege (mit so weit abstehendem Kopfdach, dass ein Nähren des Kindes an der Brust der Mutter in der Wiege möglich ist) (S. 720 (92) Fig. 35 1 u. 2) mittelst des Stirnbandes auf dem Rücken trägt, zeigt, dass der nicht eigens festgehaltene Kopf des Kindes dabei nach vorwärts sinkt und sich fest gegen das Wiegendach andrückt. Daraus kann sich eine frontale Deformation, vielleicht gelegentlich ohne oder mit nur geringer occipitaler Deformation, ausbilden. —

Bei der Befestigung des Kindes in der Wiege herrschte und herrscht bei den alten Peruanern und bei den modernen Indianerstämmen keine weitere Absicht als die, das Kind möglichst vor äusseren schädlichen Einflüssen zu schützen, und den Müttern schwebte und schwebt ebensowenig eine bestimmte Absicht der Deformation der Köpfe ihrer Kinder vor, wie einer europäischen Mutter die Absicht einer künstlichen Fussdeformirung, wenn sie zum ersten Mal die kleinen, breiten Füsschen ihres Kindes mit den beweglichen Zehen in die Schutzvorrichtungen der Füsse für das Gehen in die ersten Schuhe einpresst, wodurch doch der Grund zu der modernen Fussform gelegt wird.

Die Schädeldeformation bei modernen Europäern.

Im Wesentlichen stimmt die im Vorstehenden vorgetragene Anschauung mit den Darlegungen des Herrn R. Virchow überein, der Differenzpunkt besteht nur darin, dass der Letztere neben der „unbeabsichtigten“ auch noch eine durch „Mode“ veranlasste „beabsichtigte“ Deformirung annimmt. Die „unbeabsichtigte Deformirung“ genügt aber, nach den Ergebnissen der vorausgehenden Untersuchung, zur Erklärung der hier vorliegenden Schädelumformungen. Was Herr R. Virchow über die „unbeabsichtigte Schädeldeformirung“ sagt, kann in jedem Wort unterschrieben werden.

Unter den Möglichkeiten, durch welche Deformirungen am Kopfe von Lebenden überhaupt in Europa wie überall hervorgebracht werden können, werden aufgeführt:[1])

„Eine dritte Art ist die zufällige Deformation, welche dadurch entsteht, dass das zarte Kind anhaltend in Rückenlage bleibt und der Hinterkopf auf der Unterlage sich abplattet. Dies wird durch gewisse pathologische Zustände, namentlich durch den am häufigsten mit Rachitis verbundenen „weichen Hinterkopf“ (Craniotabes occipitalis) begünstigt und kann erfolgen, ohne dass irgend ein absichtlicher Druck auf den Kopf ausgeübt wird.“

„Eine vierte Art, eigentlich eine Unterart der dritten, ist diejenige, wo das Kind längere Zeit hindurch auf einer harten, gewöhnlich einer hölzernen Unterlage befestigt wird, und wo der Kopf desselben durch besondere Binden oder Schnüre an das Brett angedrückt wird. Auch dies ergibt eine zufällige Deformation, denn es besteht keine Absicht, den Kopf umzugestalten, vielmehr wird die Umgestaltung nur durch die Wahl unzweckmässiger Lagerung und Befestigung bedingt. Eine solche Einwirkung findet sich vorzugsweise bei Wanderstämmen, wo die Mutter das Kind oft lange Zeit mit sich herumtragen muss, ganz besonders bei Reitervölkern, wo auch die Mütter zu Pferde grosse Wege zurücklegen, — wie bei den Pampas-Indianern Argentiniens, bei denen das Brett mit dem Kinde Nachts an den beiden zugespitzten Enden in Schlingen gehängt wird. Indess genügt es schon, dass die Mutter das Kind täglich auf das Feld oder in den Wald mitnimmt und sich dann für einige Zeit ihrer Last entledigen will.“

Die Differenz der Anschauungen ergibt sich, wie gesagt, daraus, dass neben dieser zufälligen noch eine (siebente) absichtliche Deformation angenommen wird: „Sie wird dadurch erzwungen, dass der Kopf des Kindes mit Brettern und Binden nach bestimmten Regeln umgeben wird, nicht sowohl zu seiner Befestigung, sondern vielmehr zur Erzeugung einer von der natürlichen abweichenden Form.“ Die Annahme einer solchen absichtlichen Deformation noch neben der zufälligen ist durch die hier beschriebenen alt-peruanischen Schädel nicht gestützt worden: auch die extrem deformirten Schädel lassen keine andere Methode der Deformirung erkennen als die weniger und zweifellos nur „zufällig“ deformirten

---

1) R. Virchow l. c. S. 6 ff.

Schädel. Die Befestigungsmethoden des Kindes in der „Wiege“ und die Schutzeinhüllungen für den kindlichen Kopf, welche die zufällige Deformirung hervorrufen müssen, genügen vollkommen, um auch jene extremen Schädelumbildungen zu erklären, welche man bisher allgemein als Beweise „absichtlicher“ Schädeldeformation angesprochen hat. Die deformirten Schädelformen der hier untersuchten alt-peruanischen Schädel bilden eine einheitliche, in sich geschlossene Reihe, nach einer einheitlichen (zufällig wirkenden) Methode deformirt.

Aus diesem Ergebniss folgt die weitere Ableitung, dass auch in Europa überall da, wo die zarten Kinder anhaltend auf dem Rücken in der Wiege liegend gehalten werden, als eine mehr oder weniger häufige, beinahe allgemeine Erscheinung eine Abplattung des Hinterhaupts, der occipitalen Abplattung der alt-peruanischen Schädel entsprechend, sich finden müsse. In der That finden sich derartige occipital deformirte Köpfe in Europa wie in der ganzen Welt speciell bei ausgesprochen brachycephalen Rassen und zwar nicht nur in Folge des „weichen Hinterkopfs“. Bekanntlich wusste schon Albin, dass das Lagern der kleinen, unbeweglich in das Tragkissen eingebundenen Kinder in Deutschland den Kopf derselben verkürze und verbreitere (abflache), er bezieht die vorwiegend breite (brachycephale) Kopfform der Deutschen direct auf diese „künstliche“, im frühesten Kindesalter eingeleitete Schädeldeformirnng, sonach ganz entsprechend den bisherigen Anschauungen der Craniologen bezüglich der alt-peruanischen u. a. Schädel. Albin hatte schon die Unterschiede in der Kopfform der Holländer und der „Deutschen“ erkannt, gerade diese auffallenden Differenzen wollte er durch die verschiedene Lagerung der kleinen Kinder in der Wiege erklären. Die deutschen Kinder sollten auf den Rücken und Hinterkopf, die holländischen seitlich gewendet gelagert werden; erste sollten dadurch verkürzte, breite, letztere verlängerte, schmale, — erstere brachycephale, letztere dolichocephale — Köpfe erhalten. Die Erwachsenen zeigen innerhalb der beiden von Albin untersuchten Völker thatsächlich vielfach die angegebenen verschiedenen Schädelformen.

Bis zu einem gewissen Grad hat Albin mit seinen Erklärungsversuchen der Differenzen in der Schädelbildung das Richtige getroffen. Auch die neuesten Forscher gestehen unter Umständen den abflachenden und verbreiternden Einfluss der Rückenlage auf die Schädel der deutschen Kinder zu, trotz der weichen Kopfunterlagen aus Bettchen und Polstern. Auch bezüglich der langköpfigen Schädelform hat Albin zum Theil Recht: nur die von Geburt brachycephalen Köpfchen bleiben leicht und gerne auf dem breiten Hinterhaupt liegen, während Köpfchen mit schmalem, nach hinten vorgebuchteten Hinterhaupt von selbst und gerne sich seitlich lagern; bei ersteren erfolgt aus der Hinterhauptslage in der That unter Umständen Abplattung und Verbreiterung, bei letzteren vielleicht (?) wirklich eine Verschmälerung und Steigerung der Vorbuchtung des Hinterhaupts; bei ersteren steigert sich in Folge der Lagerung die angeborene Brachycephalie.

Im Allgemeinen ist das auch die Ansicht des Herrn R. Virchow, doch sei die geschilderte „künstliche“ Schädeldeformation zu Albin's Zeiten häufiger gewesen als jetzt: — — „die zufällige Abplattung des Hinterhaupts“, sagt Herr R. Virchow,[1]) „sehen wir auch bei unseren Culturvölkern immer von Neuem sich entwickeln, — — wenn die neugeborenen und sonst noch zarten Kinder anhaltend in der Rückenlage gehalten werden. Seitdem man die Kinder nicht mehr so fest „einbündelt“, wie es früher auch bei uns allgemein geschah

---

[1]) l. c. S. 9.

und wie es noch gegenwärtig in manchen ländlichen und kleinstädtischen Bezirken geschieht, seitdem also die kleinen Kinder sich freier bewegen und ihre Lage zu ändern vermögen, ist auch die Abplattung des Hinterkopfs seltener und weniger bemerkbar geworden, aber verschwunden ist sie nicht."

Ich weiss nicht, ob jemals der Versuch gemacht worden ist, diese „occipitale Deformation der deutschen Schädel" statistisch aufzunehmen in entsprechender Weise, wie man das z. B. für die alt-peruanischen Schädel gethan hat. Im Folgenden soll eine solche statistische Zählung für die moderne Münchener Stadtbevölkerung — 118 männliche und 115 weibliche Schädel — mitgetheilt werden. Es sind das z. Th. dieselben Schädel (die 100 männlichen), welche wegen ihrer hochgradig ausgebildeten Kurz- und Breitköpfigkeit, Brachycephalie, im Vorausgehenden mehrfach mit den alt-peruanischen Schädel-Serien vergleichend zusammengestellt wurden. Auch die oberfränkischen, stark brachycephalen Schädel aus dem einst slavischen Bezirke von Waischenfeld wurden für diese Vergleichung wieder benützt.

Es wird dadurch ein Vergleich zwischen Stadt und Land gewonnen und zwar zwischen Bevölkerungen mit häufiger rachitischer Erkrankung der Kinder (München), in Folge fast ausschliesslich geübter künstlicher Kinderernährung, bei welchen auch ein „weicher Hinterkopf" relativ häufig vorkommt; — und einer möglichst von Rachitis verschonten Landbevölkerung (Oberfranken), bei welcher noch allgemein die Sitte besteht, dass die Mütter ihre Kinder an der eigenen Brust nähren.

Die erste Orientirung darüber, ob ein Schädel occipital abgeplattet ist, ist verhältnissmässig leicht zu gewinnen. Occipital abgeplattete Schädel lassen sich auf die Druckfläche des Hinterhaupts aufrecht stellen, „sie stehen auf der Druckfläche", wenn letztere stärker ausgebildet ist; während ein Schädel mit normal gerundetem oder ausgezogenem Hinterhaupt auf dieses nicht aufrecht gestellt werden kann. Geringere Grade der occipitalen Abplattung entziehen sich freilich dieser Beobachtung, aber es kommt hier doch auch zunächst nur darauf an, die stärkeren Grade der Deformirung des Hinterhaupts zu constatiren. Als occipital abgeplattet wurden hier nur diejenigen Schädel gezählt, welche auf ihrem Hinterhaupt, auf einer Druckfläche, stehen. In jedem einzelnen Fall wurde der specielle Grund des Stehens und event. der Ort der Abflachung untersucht; im Einzellfall wurde dabei noch zwischen starker und schwächerer Abplattung unterschieden, d. h. zwischen grösserer und kleinerer Druckfläche. Das Resultat dieser Statistik ist folgendes:

Deformation europäischer Schädel.

I. Occipitale Deformation.

1. Münchener moderne Stadtbevölkerung:

unter a) 118 männlichen Schädeln sind abgeflacht 61, davon 14 stark,
„ b) 115 weiblichen „ „ „ 54, „ 8 „

2. Oberfränkische Landbevölkerung:

unter 100 nach dem Geschlecht gemischten Schädeln sind abgeflacht 60, davon 9 stark.

Weit über die Hälfte aller 333 untersuchten deutschen (bayerischen) Schädel zeigen eine occipitale Deformation, welche im Wesentlichen mit der

occipitalen Deformation der Alt-Peruaner-Schädel übereinstimmt und zum Theil ähnlich hohe Grade erreicht.

In den letzten Tagen konnten noch 25 Schädel aus dem reichen Ossuarium des deutschen Ortes Tisens bei Bozen in Südtyrol untersucht werden — sie zeigten sich alle occipital abgeplattet, zum Theil in „peruanischem" Grade.

Als Beispiel für die deutsche Form der occipitalen Schädelabplattung möge Fig. 42, die Umriss-Abbildung eines Schädels der okerfränkischen Landbevölkerung (Waischenfeld) dienen (Nr. 54).

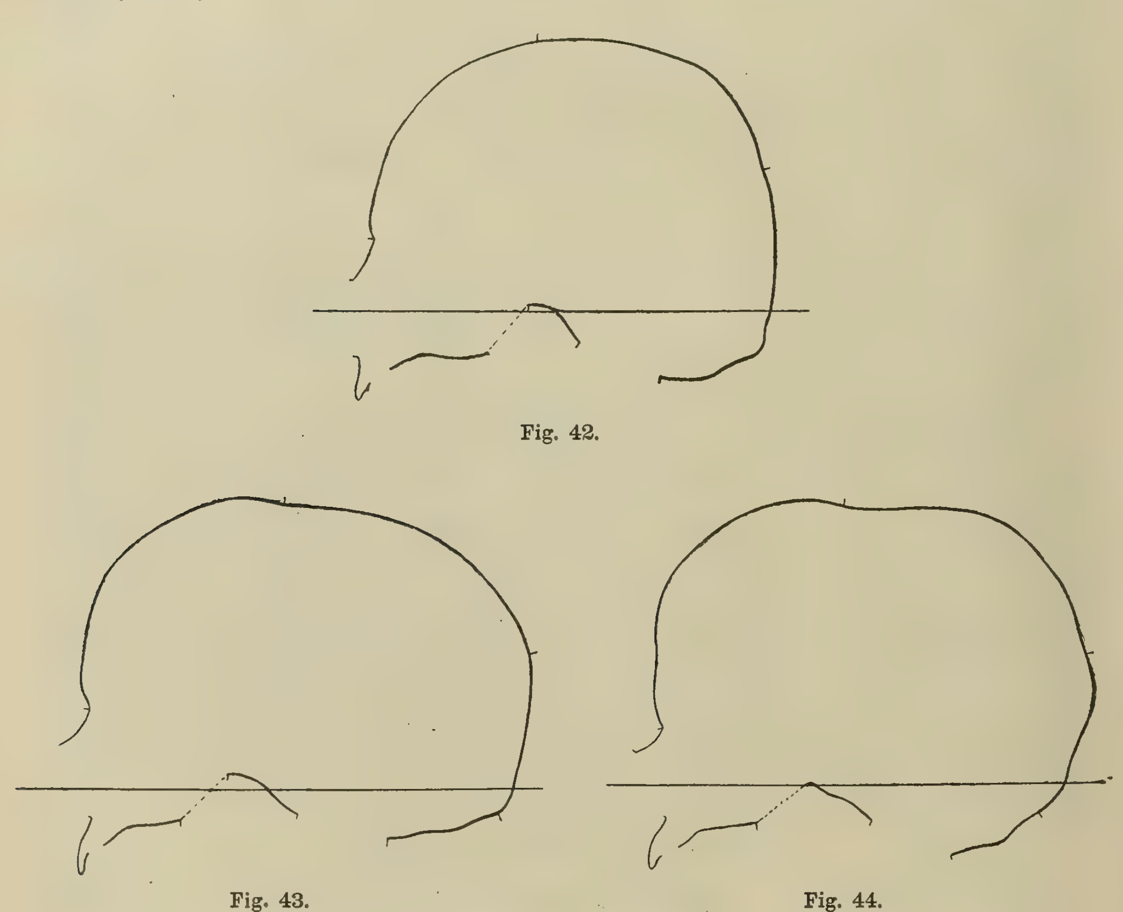


Fig. 42.

Fig. 43.

Fig. 44.

Ein Unterschied in der Häufigkeit der Abplattung lässt sich zwischen der bayerischen Land- und Stadtbevölkerung nicht erkennen, der „weiche Hinterkopf" scheint danach doch keine ausschlaggebende Rolle bei der Entstehung der Abplattung zu spielen.

Wie bei den alt-peruanischen Schädeln befindet sich bei den deutschen Schädeln die Druckfläche auf der Oberschuppe des Hinterhauptbeins, greift aber auch auf die Scheitelbeine über; vielleicht etwas häufiger als bei den ersteren Schädeln ist ihre Lage so hoch, dass nur die Spitze der Oberschuppe und sonst vorwiegend die benachbarten Scheitelbeinpartien be-

troffen sind. Auch die beschriebene „Lappung des Hinterhaupts“ konnte an deutschen occipital abgeplatteten Schädeln constatirt werden; die Druckfläche ist bei ihnen ebenfalls in der Mehrzahl der Fälle symmetrisch, d. h. sie betrifft die Mitte des Hinterhaupts, in sieben Fällen lag sie schief, die Köpfe waren entsprechend plagiocephal. —

Aber nicht nur die occipitale Deformation zeigen die deutschen Schädel, sie lassen auch eine Einschnürung des Scheitels durch „Zirkelbinden“ ähnlich wie die alt-peruanischen erkennen, wodurch, wie bei diesen, eine rinnenförmige Vertiefung am Scheitel und eine Erniedrigung des ganzen Schädels hervorgebracht wird.

Die rinnenförmige Vertiefung am Scheitel liegt auch hier nächst (meist hinter) der Kranznath, so dass sie als Coronarrinne bezeichnet werden kann. Ist diese Schnürrinne breit und tief, so verursacht sie die Form eines Sattelkopfes. Die beiden Umriss-Zeichnungen, Fig. 43 und 44, geben typische Fälle der Coronarrinne (Waischenfeld Nr. 65, 52). Nr. 52, Fig. 44 ist ein ausgesprochener Sattelkopf.

Französische Forscher, Fovill u. A.[1]) haben auf diese Coronarrinnen hingewiesen und sie mit der Sitte und Mode des Häubchentragens bei den französischen jungen Frauen und Mädchen in Zusammenhang gebracht. Diese Häubchen oder Kopfbinden werden bei den Kindern meist unter dem Kinn gebunden und die Einschnürung des Schädels, welche sie veranlassen, entspricht der Schnürrinne, welche den Schädel hinter der Kranznath umgreift. Man hat, wie für die alt-peruanischen Kopfdeformationen, auch für die Coronarrinne der Französinnen an eine absichtliche Erzeugung zu Modezwecken gedacht, da auf einem Kopf mit Coronarrinne das unter dem Hinterkopf gebundene Häubchen sicherer und fester sitzt.

Zweifellos können diese „Schnürrinnen“ am Schädel, wie die Hinterhauptsabplattung, nur an den noch plastisch formbaren Schädeln der neugeborenen und noch zarten Kinder durch länger dauernde Einwirkung entstehen. Eine solche erfolgt bei den Neugeborenen auch des deutschen Volkes dadurch, dass ihnen der Sitte nach zum Schutz des Köpfchens sofort nach der Geburt ein Häubchen aufgesetzt und unter dem Kinn zugebunden wird. Das Häubchen wird während der ersten Lebensmonate meist dauernd getragen, und zwar sowohl von Kindern weiblichen als männlichen Geschlechts, bei ersteren etwas länger. Gewiss denkt keine deutsche Mutter, wenn sie dem Kinde das zierliche weiche Häubchen auf den Kopf setzt, daran, eine künstliche Kopfdeformation hervorzubringen, und doch ist das oft genug die Folge.

Die gleichen Schädelserien, bei welchen die Hinterhauptsabplattung untersucht wurde, dienten auch zur statistischen Zählung der Coronarrinnen: 100 männliche und 100 weibliche Schädel der modernen Münchener Stadtbevölkerung, und 100 nach dem Geschlechte gemischte Schädel der oberfränkischen Landbevölkerung (Waischenfeld). Das Resultat der Zählung ist Folgendes:

---

[1]) Die ältere Literatur dieser Frage hat Rüdinger in: Ueber die willkürlichen Verunstaltungen etc., Virchow und Holtzendorf, Vorträge, Heft 215, zusammengestellt, wo nachzusehen. Dort auch Abbildung der Sattelkopfform bei Lebenden.

Deformation europäischer Schädel.

II. Coronarrinne, Sattelköpfe.

1. Münchener moderne Stadtbevölkerung:

unter a) 118 männlichen Schädeln haben Coronarrinne 23, darunter 3 Sattelköpfe,
„ b) 115 weiblichen „ „ „ 33, „ 4 „

2. Oberfränkische Landbevölkerung:

unter 100 nach dem Geschlecht gemischten Schädeln haben Coronarrinne 10, darunter 3 Sattelköpfe.

Unter den 333 darauf geprüften europäischen (bayerischen) Schädeln sind danach 66 mit starker Coronarrinne, darunter 10 Sattelköpfe.

Von diesen Schädeldeformationen bei Europäern sieht man bei vollem Haarwuchs wenig oder nichts, nur sehr starke Hinterhauptsabplattungen verbergen sich nicht. Bei Glatzköpfen ist es leicht, eine Statistik der Deformationen auch bei Lebenden anzustellen.

III. Pathologische Wirkungen der Kopfdeformirung.

Mit der Erkenntniss der relativ unschuldigen Veranlassung der Kopfdeformationen, speciell bei den hier untersuchten alt-peruanischen Schädeln, fallen auch im Wesentlichen die Meinungen älterer Autoren über die besonderen krankmachenden Einwirkungen der angeblich grausamen „Druckapparate“ und der schmerzhaften „Operation der Kopfdeformirung“.

In der That lassen sich von pathologischen Wirkungen der den Kopf deformirenden Einflüsse nur geringe und seltene Spuren feststellen.

a. Kleinheit des Innenraumes des Hirnschädels.

Die vielfach ausgesprochene, aber auch schon früher[1]) zurückgewiesene Ansicht, dass durch die „Compression“ des Schädels eine allgemeine Verkleinerung des Schädelinnenraums hervorgerufen werde, kann nicht festgehalten werden.[2])

Wie schon mehrfach hervorgehoben, ist der Schädelinhalt praktisch incompressibel, er wird bei einer Deformirung des Schädels nur theilweise aus seiner normalen Lage weggedrückt, aber nicht vermindert, eine Thatsache, welche Herr R. Virchow[3]) schon bei seinen ersten, der modernen Craniologie in Deutschland die Bahn brechenden Untersuchungen über den Einfluss der vorzeitigen Nathverwachsungen auf die Schädelform festgestellt und seit jener Zeit wieder und wieder bestätigt hat.

Eine absolute Verringerung des inneren Schädelvolums könnte man sich etwa so veranlasst denken, dass in Folge von ausgedehnten, durch die Druckwirkungen auf den kindlichen Schädel verursachten Nathverwachsungen in früher Jugend, ehe Kopf und Gehirn ihre für den Erwachsenen normale Grösse erreicht haben, das Wachsthum des Gehirns im Ganzen gehindert werde. Aus jenen Untersuchungen des Herrn R. Virchow wissen wir jedoch schon, in wie ausgedehntem Maasse bei derartigen Nathverwachsungen Compensationen eintreten und wie auch sehr ausgedehnte Nathverwachsungen am Hirnschädel, welche an der direct betroffenen Stelle eine beträchtliche partielle Verkleinerung des Schädels bewirken, durch Verschiebungen und Ausdehnungen an anderen Stellen des Schädels von der Natur corrigirt werden.

---

[1]) R. Virchow, Crania ethnica americana. S. 24 ff. u. a.

[2]) s. N. Rüdinger l. c. S. 308 ff. und Herm. von Schrötter l. c. S. 48.

[3]) R. Virchow, Gesammelte Abhandlungen zur wissenschaftlichen Medicin, Frankfurt a. M. 1856. S. 898 ff.

Im vollen Gegensatz gegen die öfters lautgewordene Annahme einer durch die Druckwirkung veranlassten vorzeitigen Nathverwachsung steht die im Vorstehenden oft hervorgehobene Thatsache, dass die Schädelnäthe bei den hier untersuchten alt-peruanischen Schädeln keine höhere gesteigerte, sondern eine auffallend geringe und seltene Neigung zu Nathverwachsungen zeigen. Senile Nathverwachsungen, von welchen sich schon von mittlerem Alter an bei so manchem Europäerschädel die ersten Anfänge zeigen, und bei Schädeln, welche Individuen höheren Alters unserer Rasse angehört haben, so gut wie niemals fehlen, gehören bei diesen alt-peruanischen Schädeln zu den Seltenheiten, Schädel, bei welchen man nach dem Zustande des Gebisses und der Alveolarfortsätze auf höheres Lebensalter schliessen muss, besitzen nach den obigen Darstellungen mehrfach noch vollkommen offene Näthe. Speciell fehlt die bei Europäerschädeln höheren Lebensalters gewöhnliche Nathverwachsung im unteren Ende (Schläfenende) der Kranznath, wodurch, im Verein mit der relativen Seltenheit der in Europa so häufigen Nathanomalien, diese Reihe von Alt-Peruaner-Schädeln einen charakteristischen Eindruck hervorruft.

Herr G. A. Dorsey[1]) machte die entsprechenden Beobachtungen. Unter den von ihm untersuchten 123 Schädeln von Ancon fand er 9, bei welchen die Schädelnäthe alle offen waren, trotzdem der Alveolarfortsatz schon „absorbirt“ war. —

Immerhin zeigen sich bei 3[2]) von den 33 Schädeln innerhalb und in nächster Nähe der occipitalen Druckfläche beschränkte Nathverwachsungen, welche aber, da die Schädelnäthe sonst offen sind, nicht wohl als senile angesprochen werden können. Dasselbe gilt von 2 Schädeln[3]) mit partiellen Nathverwachsungen an der Stelle, wo die Sagittalnath die Kranznath berührt (am Bregma); die beiden Näthe zeigen hier, wo durch die Druckwirkung die bei jedem der untersuchten Schädel constatirten Formveränderungen nachgewiesen wurden, auf kurze Strecken Verwachsungen. Man wird wohl nicht irren, wenn man diese 5 Fälle als (präsenile oder wahrscheinlich) infantile, durch den Druck hervorgerufene pathologische Synostosen anspricht.

Nichts spricht jedoch dafür, dass diese seltenen, auf Druckwirkung zurückzuführenden Nathverwachsungen eine allgemeine Verengerung des Hirnschädel-Innenraums hervorgebracht haben könnten.

Auf den Gedanken, dass die Kopfdeformirung einen verkleinernden Einfluss auf die Capacität des Schädels ausübe, wurden die älteren Beobachter geführt durch die von allen constatirten, in der That zum Theil auffallend geringen Innenvolumina der Schädelhöhlen vieler deformirter Alt-Peruaner-Schädel. Auch die Schädelcapacität der deformirten Papua-Schädel von den Neuen Hebriden zeigen zum Theil eine sehr geringe Capacität und Herr Rüdinger kommt (l. c. S. 15) zu dem seiner Ansicht nach „unzweifelhaften“ Schluss: „dass die dauernde Umschnürung des Kopfes eine Wachsthumsbeschränkung des Hirnschädels und Verringerung der Capacität zur Folge hat“. Herr Rüdinger setzt die Methode der Schädelumformirung hiebei in erster Linie, indem er Schädel von „Flachkopf-Indianern“ mit denen von den Neuen Hebriden vergleicht. „Bedenkt man, dass bei den Ersteren der Druck nur von zwei Seiten, von der Frontal- und Occipitalgegend aus einwirkt und bei der Ver-

---

[1]) l. c. S. 12, Tabelle X.

[2]) Nr. 6, Nr. 17, Nr. 26.

[3]) Nr. 23; Nr. 25.

drängung des Gehirns eine vielseitigere compensatorische Ausgleichung möglich ist als bei der ringförmigen Umschnürung der Köpfe der Neu-Hebriden-Bewohner, so dürfte die geringe Capacität der Schädel dieser doch eine Erklärung in der Methode der Umformung finden.“

Herr Rüdinger verkennt dabei nicht, dass gegen diese Annahme von vornherein der Einwand gemacht werden kann, dass die Schädelcapacität an den ihm vorliegenden Papua-Schädeln von den Neuen Hebriden auffallend verschieden ist (l. c. S. 13), er gibt selbst folgende Reihe:

Schädelcapacität:

Schädel: I. Papua, deformirt:

		Capacität:
1.	Neue Hebriden	1150 ccm
2.	„ „	1190 „
3.	„ „	1130 „
4.	„ „	1230 „
5.	„ „	1280 „
6.	„ „	1380 „
7.	„ „	1450 „
	Im Mittel:	1258,4 „

II. Amerikaner, deformirt:

		Capacität:
—	Aus Chili (dolichocephal) . .	1500 ccm
A.	Flachkopf-Indianer aus Columbia .	1350 „
B.	„ „ Ancon .	1400 „
C.	„ „ „ .	1440 „

Die Capacität schwankt sonach bei den Neu-Hebriden-Schädeln um 300 ccm (von 1150 bis 1450 ccm) und der ebenfalls durch ringförmige Umschnürung künstlich dolichocephal gestaltete Schädel, angeblich aus Chili, hat sogar eine Capacität von 1500 ccm. Herr Rüdinger erklärt trotzdem „die festgestellte hochgradige Verschiedenheit in der Capacität als eine auffallende Thatsache, welche nicht nur auf individuelle Unterschiede, sondern auch auf die Grade der mechanischen Einwirkung zurückgeführt werden darf“.

Die Methode und der Grad der Deformirung würde sonach bewirken, dass die Capacität der Neu-Hebriden-Schädel geringer wird, auch geringer als die nach einer anderen, in höherer Weise Compensation zulassenden Methode deformirten modernen („Flachkopf-Indianer“) und präcolumbischen (Ancon) Amerikaner-Schädel.

Diese Schlussfolgerung wird zum Theil schon dadurch hinfällig, dass viele undeformirte Schädel der Papua-Rasse, zu welcher die Neu-Hebriden gehören, die gleiche geringe Capacität wie die deformirten besitzen. Ein grösseres Vergleichsmaterial ändert sonach auch hier die Schlussfolgerungen.

Die anthropologisch-prähistorische Sammlung hat von Herrn Marine-Oberstabsarzt Dr. Schubert eine Anzahl (7) undeformirte Papua-Schädel aus dem Bismarck-Archipel erhalten. Die Capacität dieser Schädel gibt die folgende Reihe.

Schädelcapacität:

Schädel: Papua, undeformirt:

	Capacität:
1. (Raluana)	1160 ccm
2. Ralum	1160 „
3. „	1225 „
4. „	1280 „
5. „	1180 „
6. „	1025 „
7. „	1030 „

Im Mittel:

	Capacität:
1. Undeformirte Papua-Schädel .	1151,4 ccm
2. Deformirte Papua-Schädel . .	1258,4 „
Differenz zu Gunsten der deformirten Schädel	107,0 ccm

Diese deformirten Papua-Schädel erscheinen danach in ihrem Hirnraum (Capacität) nicht erkennbar verkleinert. Der Grund für die zum Theil recht geringe Schädelcapacität der Papua besteht darin, dass Individuen unter mittlerer Grösse bei ihnen vorkommen. Herr Schubert hat der Sammlung auch ein vollständiges Skelet mit Schädel übergeben, (Nr. 1, Raluana). Die Skeletgrösse misst 1430 mm, der Schädelinhalt 1160 ccm. Die Differenzen in der Schädelcapacität erklären sich sonach zum Theil aus entsprechenden Differenzen in der Körpergrösse der Angehörigen dieser Rasse.

Ein den Schädel-Innenraum verkleinernder Einfluss der Deformation des Schädels erscheint für die Neu-Hebriden- resp. Papua-Schädel sonach nicht nachgewiesen.

Mit denselben Gründen lässt sich ein den Schädel-Innenraum verkleinernder Einfluss der Deformation der Schädel bei den Alt-Peruanern von Ancon und Pachacamác zurückweisen, obwohl sich auch unter ihnen eine Anzahl nannocephale Schädel findet.

Sie zeigen, ähnlich wie die Schädel der Neuen Hebriden, eine beträchtliche individuelle Differenz in Beziehung auf ihre Capacität. Auch hier ergibt sich, dass die aus nur zwei Schädeln aus dem Todtenfelde von Ancon abgeleitete Meinung, dass die Schädelcapacität dieser Amerikaner eine grössere gewesen sei als die der Neu-Hebriden-Papuas; sich bei Vergleichung grösserer Reihen von Schädeln nicht aufrecht erhalten lässt. Es bedarf daher auch keines Grundes für die Erklärung dieser angeblich höheren Schädelcapacität (etwa durch die verschiedenen Methoden der Kopfumformung), da die Thatsache selbst nicht zutrifft.

Die Schädelcapacität der hier vorliegenden Alt-Peruaner-Schädel ordnet sich unter Benützung der Virchow'schen Eintheilung in folgende Reihe.

Schädelcapacität alt-peruanischer Schädel.

I. 17 Schädel aus Pachacamác:

Nr.	12 männlich:		5 weiblich:
16	1510 ccm	Eurycephalen (— 1600 ccm)	
1	1430 „	„	
2	1350 „	„	
4	1315 „	„	
17	1290 „	„	
8	1280 „	„	
13	1265 „	„	
10		„	1260 ccm
6	1230 „	„	
15		„	1215 „
5	1205 „	„	
12		Nannocephalen (— 1200 ccm)	1190 „
7	1185 „	„	
3		„	1180 „
11		„	1175 „
14	1130 „	„	
9	1125 „	„	
Im Mittel:	1276 „		1204 „

II. 15 (+ 1) Schädel aus Ancon:

Nr.	8 männlich:		5 (+ 1) weiblich:	
33	1350 ccm	Eurycephalen (— 1600 ccm)		(Ancon?)
26	1320 „	„		
24	1265 „	„		
25		„	1220 ccm	
23	1215 „	„		
19	1200 „	Nannocephalen (— 1200 ccm)		
28	1190 „	„		
20		„	1190 „	(Kind)
31		„	1090 „	
18		„	1080 „	
30	1070 „	„		
29		„	1060 „	
27		„	1050 „	
22	1000 „	„		
Im Mittel:	1201 „		1115 „	

Von den 10 weiblichen Schädeln der beiden Reihen (5 Pachacamác, 5 Ancon) sind 7 nach Virchow's Bezeichnung nannocephal mit einer Capacität von höchstens 1200 ccm; 3 erreichen knapp ein eurycephales Maass (über 1200 ccm) und halten sich mit 1201, 1220 und 1215 ccm an der untersten Grenze der Eurycephalie (1201—1600 ccm).

Von den 20 männlichen Schädeln der beiden Reihen (12 Pachacamác, 8 Ancon) sind 7 nannocephal (bis 1200 ccm), 7 stehen mit einer Capacität unter 1300 ccm an der unteren Grenze der Eurycephalie, sich nur wenig über die Nannocephalie erhebend; und nur 6 Schädel erheben sich zu mittleren Werthen der Eurycephalie; Kephalone (über 1600 ccm) fehlen hier gänzlich, die grösste Capacität hat der Schädel 16 von Pachacamác mit 1510 ccm.

Aber die Kleinheit des Gehirnraums der Schädel erklärt sich auch hier aus der geringen Körpergrösse der betreffenden Bevölkerung. Von den Leichenstätten wurden mit den Schädeln auch zwei Oberschenkelbeine erwachsener Personen als Repräsentanten der beobachtenden Grössendifferenzen gesammelt.[1])

Nr. 1 männlicher kräftiger Femur, grösste Länge 398 mm,
Nr. 2 weiblicher, zierlicher „ „ „ 316 „

Daraus berechnet sich nach Humphry-Topinard die Körpergrösse des erwachsenen männlichen Individuums, welchem einst der Femur zugehörte, zu 1463 mm.[2])

Die Körpergrösse des erwachsenen weiblichen Individuums berechnet sich nach dem Femur nur zu 1161 mm, ein nahezu zwerghaftes Maass.

Nach d'Orbigny's[3]) Angaben beträgt die Mittelgrösse der modernen Peruaner 1597 mm ist danach also, obwohl absolut gering, doch noch wesentlich grösser als die von uns für den männlichen Alt-Peruaner berechnete.

Diese Kleinheit der Schädel war schon Morton[4]) aufgefallen, er fand für die Peruaner die kleinsten Maasse der „inneren Capacität" der Schädel unter allen Amerikanern. Unter der grossen Zahl peruanischer Schädel, welche Herrn R. Virchow zur Verfügung stehen (134 Schädel aus Ancon u. v. a.), „sind ausgemachte Nannocephalen ohne alle Deformation sehr häufig". Als Beispiele werden erwähnt „3 Schädel aus Pachacamác zu 1060, 1100 und 1192 ccm Rauminhalt. Daraus geht hervor, dass es gänzlich unthunlich ist, bei einem deformirten Schädel die etwa vorgefundene Kleinheit ohne Weiteres der Deformation zuzuschreiben. Schon oben habe ich gezeigt, dass diejenige Kleinheit, welche als eine Folge von Druckwirkungen zugestanden werden kann, sich in erster Linie auf synostotische Fälle bezieht."[5])

Unter den von Herrn R. Virchow untersuchten Peruaner-Schädeln fand sich auch ein wahrer Kephalone von 1612 ccm Rauminhalt. Der Schädel stammt von einer Mumie von Pancartambo.

Herr G. A. Dorsey gibt folgende Reihe für die Schädelcapacität seiner (erwachsenen) Schädel von Ancon.

	Maximum:	Minimum:
Männliche Schädel angeblich „undeformirt"	1510 ccm	1400 ccm
„ „ deformirt	1540 „	1460 „
Weibliche Schädel angeblich „undeformirt"	1340 „	1200 „
„ „ deformirt	1275 „	1100 „

[1]) Einem dritten fehlt die untere, noch nicht verknöchert gewesene Epiphyse, derselbe kann daher nicht zu diesen Bestimmungen beigezogen werden.

[2]) P. Topinard, Éléments d'Anthropologie générale. Paris 1885. S. 474.

[3]) J. Ranke, Der Mensch. Bd. II. S. 141 f. II. Aufl. 1894.

[4]) Morton, S. G., Crania americana. Philadelphia und London 1859, pg. 97, 99, 257.

[5]) R. Virchow, l. c. S. 25.

b. Störungen in der Schläfengegend.

Herr Rüdinger machte in seiner mehrfach angezogenen Untersuchung auf die zahlreich sich findenden Nathanomalien speciell in der Schläfengegend seiner deformirten Neu-Hebriden Papua-Schädel aufmerksam, welche auf eine besondere Enge des Hirnschädels an den betroffenen Stellen hinweisen. Es handelt sich dabei vor Allem um Verschmälerung des grossen Keilbeinflügels, sowie um directe Verbindung von Schläfenschuppe und Stirnbein durch Processus frontalis oss. temp., Stirnfortsatz der Schläfenschuppe, und um grosse und kleine Schaltknochen der Schläfenfontanelle. Herr Rüdinger war geneigt, diese, namentlich die Stirnfortsatzbildung, bei europäischen Schädeln relativ seltenen Anomalien der Schläfengegend als Wirkung des deformirenden Druckes auf die Schädel anzusprechen.[1] Durch die jetzt vorliegenden umfangreichen statistischen Zählungen über das Vorkommen des Stirnfortsatzes und der anderen Störungen in der Ausbildung der Schläfengegend bei verschiedenen Menschenrassen[2] ist festgestellt, dass die Papua-Schädel im Allgemeinen sich durch auffallende Häufigkeit solcher Bildungen auszeichnen und zwar ganz unabhängig von Schädeldeformation. Die sieben zur speciellen Vergleichung vorliegenden oben erwähnten undeformirten Papua-Schädel (aus dem Bismarck-Archipel) zeigen die gleiche Häufigkeit dieser Störung der Schläfenausbildung wie jene deformirten Papua-Schädel.

Anomalien der Schläfenausbildung bei Papua-Schädeln.

	Anzahl der Schädel:	Anzahl der Schädel mit gröberen Störungen in der Schläfengegend:
I. Deformirte Schädel (Neue Hebriden)	7	7
II. Undeformirte Schädel (Bismarck-Archipel)	7	7

Es ist sonach als eine „Rasseneigenthümlichkeit“ der Papua anzusprechen, dass ihre Schädel in überwiegender Häufigkeit gröbere Störungen in der Schläfengegend aufweisen. Die Deformirung der Schädel hat damit nichts zu thun.

Damit stimmt es überein, dass im Gegensatz bei den deformirten Alt-Peruaner-Schädeln solche gröbere Störungen in der Ausbildung der Schläfengegend, wie die vorausgehenden Einzelbeschreibungen ergeben, sehr selten, ja wie es scheint seltener sind wie selbst in Europa.

Speciell vermisste Herr R. Virchow den „Stirnfortsatz der Schläfenschuppe“ bei den von ihm untersuchten Peruaner-Schädeln, welcher nach den statistischen Zählungen in Amerika überhaupt sehr selten ist. Den hier vorliegenden Schädeln aus Ancon und Pachacamác fehlt diese Form der Störung der Schläfenbildung vollkommen. Unter den Schädeln, die Herr Dorsey aus Ancon untersuchte, war einer, bei welchem „das Schläfenbein das Stirnbein berührte“, bei den übrigen betrug der mittlere Abstand der beiden Knochen 11 mm.

---

[1] l. c. S. 18.

[2] J. Ranke, Der Stirnfortsatz der Schläfenschuppe. Sitzungsber. d. Münch. Akad. d. Wiss.

c. Enge und Weite der Augenhöhlen.

Ganz ähnlich verschiebt sich das Resultat bezüglich einer anderen Angabe des Herrn Rüdinger. Es war ihm aufgefallen, dass bei den deformirten Schädeln von den Neuen Hebriden die Augenhöhlen eng und gleichsam niedergedrückt, das Foramen opticum ebenfalls eng und die Augenhöhlenspalten bemerkbar enger als bei normalen Europäer-Schädeln sind. Auch diese Verengerung schien als eine Wirkung der Compression durch die „ringförmige Umschnürung" des Kopfes bei der Operation der Kopfdeformirung angesprochen werden zu dürfen.

Aus den im Münchener anthropologischen Institute ausgeführten vergleichenden Messungen der Augenhöhlen und ihrer Spalten hat sich aber ergeben, dass sich die Papua-Rasse, mit der australischen Rasse, ganz im Allgemeinen durch Enge der gleichsam niedergedrückten Augenhöhlen und durch auffallende Enge der Oeffnungen und Spalten der Augenhöhlen von allen anderen Menschenrassen (speciell von den Negern) unterscheiden.[1])

Diese Enge hat mit der Deformirung der Schädel nichts zu thun, sie zeigt sich ebenso an nicht deformirten Schädeln und ist im Allgemeinen Rassencharakter der Papua-Schädel. —

Die extreme Weite der Augenhöhlen der hier untersuchten alt-peruanischen Schädel, verbunden mit der auffallenden Weite der Oeffnungen und Spalten der Augenhöhlen, sind ebenfalls Rassencharaktere, welche ebensowenig etwas mit der Kopfdeformirung zu thun haben.

d. Auriculare Exostosen.

Die Exostosen am Eingang des knöchernen Gehörgangs, welche nach den oben erwähnten Untersuchungen des Herrn R. Virchow bei den alt-peruanischen Schädeln relativ häufig und z. Th. in extremer Ausbildung vorkommen, zeigten sich auch bei den hier untersuchten Schädelreihen von Alt-Peruanern.[2]) Unter den Schädeln von Ancon fanden sich zwei mit solchen auricularen Exostosen, dazu noch ein weiterer Fall eines der drei schon länger im Besitz der Akademie (anatomische Sammlung) befindlichen Schädel aus dem gleichen Gräberfeld. Unter 21 Schädeln aus Ancon, welche hier vorliegen, zeigen drei Exostosen = 14 %. Herr R. Virchow zählte unter 134 Schädeln aus Ancon 18 mit Gehör-Exostosen = 13,4 %. Auf ihr Vorkommen bei Peruanern hat zuerst Seligmann aufmerksam gemacht. Die Literatur gibt Herr R. Virchow[3]) und hat auch die Beweise zusammengebracht, dass die auricularen Exostosen nicht durch die „künstliche Deformation" der Schädel bedingt werden. „Der äussere Gehörgang wird durch den deformirenden Druck von hinten und vorn her allerdings erkennbar beeinflusst, indem seine rundliche Gestalt in eine linsenförmige oder geradezu spaltenförmige verwandelt wird, aber man sieht die stärksten Verdrückungen ohne Exostosen."

---

[1]) Dr. Jos. Zeiller, Zur Anthropologie der Augenhöhle. Anthropologische Untersuchungen über die Augenhöhlen bei Mensch und Affen. Aus dem Münchener anthropologischen Institut. München. 8⁰. 96 S. 19 Figuren. Dissertation.

[2]) s. oben Nr. 24. S. 691 (63); Nr. 26. S. 695 (67). — R. Virchow, Auriculare Exostosen bei Peruanern. Crania ethnica americana. Taf. 9 und Text S. 27 ff. — Derselbe, Ueber krankhaft veränderte Knochen alter Peruaner. Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss., 1885.

[3]) l. c. S. 27 u. 28.

Unter den vier von Herrn R. Virchow abgebildeten und beschriebenen Schädeln aus Ancon mit auricularen Exostosen sind drei seiner Angabe nach nicht deformirt. Die hier vorliegenden Schädel aus Pachacamác zeigen solche Exostosen nicht, obwohl sie z. Th. stärker deformirt sind als jene von Ancon.

Herr Dorsey fand unter den 123 Schädeln von Ancon 6 (4 männliche und 2 weibliche) mit auricularen Exostosen; von den beiden weiblichen Schädeln hebt er direct hervor, dass sie seiner Meinung nach undeformirt („natürlich") waren.[1])

Auch diese Beobachtungen sprechen dafür, dass die Ohr-Exostosen nicht in directem Zusammenhang mit der Schädeldeformirung stehen. Sie sind Zeichen einer pathologischen Reizung des aus dem fötalen Annulus tympanicus hervorgehenden äusseren Gehörgangs und zwar, wie Herr R. Virchow hervorhebt, an dessen Rändern. Dadurch wird (R. Virchow) diese Exostosenbildung an die „multiplen Exostosen" der langen Knochen angeschlossen, deren Anfänge wahrscheinlich meist schon in die fötale Periode zurückgehen. Auf sie haben, „so viel wir wissen, äussere Reize keinen maassgebenden Einfluss und daher dürfte es wohl eine vergebliche Hoffnung sein, man werde aus den Cultur- und Gesellschaftsschichten der alten Peruaner über die Natur der Reize, welche die auricularen Exostosen hervorgerufen haben, etwas Genaueres ermitteln".[2]) Sie sind eine für das Todtenfeld von Ancon wie für andere alt-peruanische Leichenstätten charakteristische endemische Erkrankungsform.

Unter den europäischen Schädeln sind solche auriculare Exostosen sehr selten.

e. Gelenkfläche für den 2. Halswirbel am Schädel.

In auffallender Häufigkeit findet sich, vielleicht doch im Zusammenhang mit der Deformation, bei den alt-peruanischen Schädeln eine Articulationsfläche für den Zahnfortsatz des 2. Halswirbels in der Mitte des Vorderrandes des Foramen magnum.

Unter den hier vorliegenden Schädeln aus Ancon und Pachacamác besitzen zwei diese bei Europäer-Schädeln sehr seltene Bildung, besonders auffallend Nr. 5. Herr G. A. Dorsey findet unter den von ihm untersuchten 123 Schädeln aus Ancon ebenfalls zwei mit einem „Articulationspunkt für den zweiten Wirbel" und drei mit einem Condylus tertius in der Mitte des Vorderrandes des grossen Hinterhauptloches.

f. Os Incae.

Bezüglich der Häufigkeit der vielbesprochenen individuellen Bildung der Hinterhauptsschuppe, welche seit den berühmten Mittheilungen des Herrn von Tschudi als Os Incae bezeichnet wird, geben die hier zur Untersuchung vorliegenden alt-peruanischen Schädel aus Ancon und Pachacamác keine neuen Aufschlüsse.

Ein vollkommen ausgebildetes Os Incae findet sich unter ihnen nicht.

---

[1]) l. c. S. 3.
[2]) R. Virchow, l. c. S. 27.

Einer der Schädel (Nr. 8, Pachacamác) weist eine deutliche Verwachsungsspur eines grossen Os Incae auf, zu beiden Seiten ist die Sutura transversa occipitalis foetalis R. Virchow noch in beträchtlicher Strecke offen, links 26, rechts 10 mm.

Ein Schädel (Nr. 3) besitzt ein grosses Os quadratum, nach meiner Definition dieser merkwürdigen Bildung in der Untersuchung über die überzähligen Hautknochen des menschlichen Schädeldachs (S. 94 und 104) als Os Incae medium zur Gruppe der Os Incae-Bildungen zu rechnen.

Herr Dorsey fand ebenfalls ein Os quadratum und zwei wahre Incaknochen unter 123 Ancon-Schädeln.[1])

Herr R. Virchow bildet[2]) einen Schädel von Pachacamác mit grossem Os Incae ab. Nach seiner Statistik (1875) stellt sich die Frequenz des Os Incae bei Alt-Peruanern auf 6,8 %, woraus sich ergibt, dass die Persistenz der fötalen Hinterhauptsquernath, auf welcher die Individualisirung eines vollkommenen Os Incae beruht, „als eine Eigenthümlichkeit altperuanischer Stämme zu betrachten sei".

Auch Herr Anutschin fand das Os Incae zu 5,5 % bei den Alt-Peruanern, dagegen bei anderen Amerikanern nur zu 1,5 %. Für Europäer fand sich das Os Incae proprium nur zu 0,08 %.[3])

Aus den hier vorliegenden und den Untersuchungen des Herrn Dorsey würde sich eine geringere Häufigkeit der fötalen Hinterhauptsquernath für die Schädel von Ancon und Pachacamác ergeben, zum Beweis, dass für derartig seltene Vorkommnisse nur eine auf ein noch grösseres Beobachtungsmaterial gegründete Statistik entscheidenden wissenschaftlichen Werth beanspruchen kann.

---

[1]) l. c. S. 11 Tab. IX.

[2]) l. c. S. 25 u. 26.

[3]) J. Ranke, Die überzähligen Hautknochen des menschlichen Schädeldachs. Abhandl. d. kgl. bayer. Akad. d. Wiss. II. Cl. XX. Bd. II. Abth. 1899 S. 102.

I.

Tabelle der absoluten Schädelmaasse der 33 Alt-Peruaner-Schädeln.

	Hirnschädel														Gesichtsschädel										
Numm. curr.	Schädel-Catalog-Nummer	Gerade Länge	Grösste Breite	Ganze Höhe	Ohrhöhe	Horizontallänge des Hinterhaupts	Entfernung der Nasenwurzel vom Gehörgang	Kleinste Stirnbreite	Länge der Schädelbasis	Breite der Schädelbasis	Horizontalumfang des Schädels	Ganzer Sagittal-Mittelbogen	Sagittalumfang des Stirnbeins	Sagittalumfang der Parietalia	Sagittalumfang der Occipitalia	Gesichtsbreite	Jochbreite	Obergesichtshöhe	Nasenhöhe	Nasenbreite	Orbitalhöhe	Orbitalbreite	Gaumenlänge	Gaumenmittelbreite	Gaumenendbreite	Herkunft der Schädel und Bemerkungen
1	5	186	148	140	119	90	93	100	101	137	530	375	120	122	133	113	144	68	51	23	37	41	52	39	40	Pachacamác
2	7	178	142	136	116	93	86	98	116	122	505	362	125	125	112	105	140	59	48	25	36	40	55	37	33	
3	16	165	139	132	118	96	90	86	91	120	483	347	117	111	119	91	129	71	52	23	36	39	53	37	35	
4	15	169	143	136	118	94	90	96	94	125	497	357	125	116	116	103	139	66	50	24	35	41	52	45	37	
5	9	162	140	136	112	85	91	97	99	120	483	344	117	123	104	100	138	60	45	23	34	39	56	40	37	
6	6	170	147	130	112	87	84	94	100	114	502	350	123	122	105	99	140	68	52	24	36	40	52	42	41	
7	8	165	144	130	113	86	76	87	94	120	488	346	116	107	123	94	132	66	48	21	36	37	57	39	38	
8	4	162	144	138	116	77	78	93	94	129	490	334	104	125	115	98	138	70	53	21	35	36	57	42	41	
9	17	158	141	147	116	91	85	90	98	124	465	327	111	100	116	97	133	65	49	22	33	38	55	38	31	
10	10	162	147	134	114	80	87	94	97	123	494	344	118	119	107	—	—	63	50	24	35	37	52	40	37	
11	14	159	146	127	113	88	92	92	91	115	474	334	119	118	97	84	129	61	43	23	34	42	54	36	36	
12	3	149	148	125	110	70	73	87	87	117	465	326	112	112	102	94	122	62	43	24	34	38	49	37	36	
13	11	156	159	130	115	86	95	99	95	124	488	330	115	122	93	100	140	71	52	23	35	42	55	43	37	
14	13	144	148	129	111	72	86	91	92	121	480	327	113	120	94	99	133	70	52	26	37	42	59	42	38	
15	12	152	157	124	112	83	83	88	86	119	480	319	110	118	91	92	132	63	46	22	35	41	48	41	38	
16	1	161	168	134	120	68	95	101	100	130	528	338	115	114	109	104	138	—	—	—	35	39	—	—	—	
17	2	155	165	127	114	77	86	90	90	128	496	330	110	130	90	101	135	66	45	24	33	37	52	38	39	
18 (1)	33	180	125	124	107	115	77	94	87	113	475	356	120	110	126	98	127	65	45	23	36	38	55	35	39	Ancon
19 (2)	29	172	138	123	108	95	89	93	96	114	490	345	120	111	114	95	130	66	49	23	36	37	52	40	41	
20 (3)	31	168	135	119	105	100	75	86	81	94	480	350	—	—	—	81	111	58	44	19	35	35	47	30	32	
21 (4)	28	167	135	120	101	103	80	92	86	108	474	337	113	101	123	88	120	60	44	21	30	34	47	37	36	
22 (5)	30	164	133	124	110	92	85	83	89	115	467	342	113	117	112	90	125	59	45	24	32	35	51	34	37	
23 (6)	24	168	138	132	112	96	88	84	97	123	481	351	123	111	117	94	132	65	51	24	35	48	50	39	39	
24 (7)	26	171	144	131	111	91	121	89	96	123	495	340	115	113	112	101	139	72	55	24	36	42	60	47	37	
25 (8)	25	170	145	130	111	98	88	92	95	120	493	346	118	118	110	99	135	69	52	23	34	39	55	41	39	
26 (9)	27	173	152	138	119	98	99	98	105	135	502	346	111	130	105	104	140	68	48	24	36	40	55	39	38	
27 (10)	23	155	138	137	114	89	89	86	94	115	462	327	111	109	107	88	123	62	46	22	37	39	52	36	40	
28 (11)	19	158	145	133	116	87	86	100	95	127	490	339	119	110	110	99	137	68	49	23	37	42	56	46	44	
29 (12)	21	152	144	136	111	93	82	88	84	115	456	333	115	111	107	97	127	71	51	21	37	41	60	40	36	
30 (13)	22	150	148	134	116	88	93	96	95	121	470	328	113	109	106	99	136	65	48	21	36	42	54	39	36	
31 (14)	20	147	147	122	107	90	76	92	87	113	459	318	110	105	103	90	127	60	45	19	37	39	50	32	34	
32 (1a)	32	181	142	—	—	—	—	88	—	—	—	—	—	—	—	—	132	68	55	24	35	39	—	—	—	
33	18	179	137	140	115	100	85	84	97	124	500	368	123	125	120	105	137	68	50	25	35	41	52	42	37	Geschenk v. Gattfron

II.

Tabelle der Indices der 33 Alt-Peruaner-Schädeln.

Numm. curr.	Schädel-Nummer	Capacität	Profilwinkel 0		Längenbreiten-Index	Längenhöhen-Index	Ohrhöhen-Index	Obergesichts-Index	Nasen-Index	Augenhöhlen-Index	Gaumenmittel-Index	Herkunft der Schädel und Bemerkungen
1	5 ♂	1430	84	84	*79,57*	*75,27*	*63,97*	*47,22*	*45,09*	*90,24*	*75,00*	Pachacamác
2	7 "	1350	86	81	*79,77*	*76,40*	*65,83*	*42,14*	*52,08*	*90,00*	*67,27*	
3	16 ♀	1180	81	79	*84,24*	*80,00*	*71,51*	*55,04*	*44,23*	*92,30*	*69,81*	
4	15 ♂	1315	86	—	*84,61*	*80,47*	*69,82*	*47,48*	*48,00*	*85,36*	*86,54*	
5	9 "	1205	78	71	*86,42*	*83,95*	*69,13*	*43,47*	*51,11*	*87,18*	*71,43*	
6	6 "	1230	82	71	*86,47*	*76,47*	*65,88*	*48,57*	*46,15*	*90,00*	*80,77*	
7	8 "	1185	84	75	*87,27*	*78,77*	*68,48*	*50,00*	*43,75*	*97,30*	*68,42*	
8	4 "	1280	78	77	*88,89*	*85,18*	*71,60*	*50,72*	*39,62*	*97,22*	*73,68*	
9	17 "	1125	83	73	*89,24*	*93,03*	*73,41*	*48,87*	*44,90*	*86,84*	*69,08*	
10	10 ♀	1260	86	82	*90,74*	*82,71*	*70,37*	—	*48,00*	*94,59*	*76,92*	
11	14 "	1175	82	—	*91,82*	*79,87*	*71,07*	*47,29*	*53,49*	*80,95*	*66,66*	
12	3 "	1190	80	75	*99,32*	*83,89*	*73,82*	*50,82*	*55,81*	*89,47*	*75,51*	
13	11 ♂	1265	83	82	*101,92*	*83,33*	*73,71*	*50,71*	*44,23*	*83,33*	*78,17*	
14	13 "	1130	77	—	*102,77*	*89,58*	*77,08*	*52,63*	*50,00*	*88,09*	*71,18*	
15	12 ♀	1215	81	—	*103,29*	*81,58*	*73,68*	*47,72*	*47,82*	*85,36*	*85,42*	
16	1 ♂	1510	—	—	*104,34*	*83,23*	*74,53*	—	—	*89,74*	—	
17	2 "	1290	83	75	*106,45*	*81,93*	*73,54*	*48,89*	*53,33*	*89,19*	*73,07*	
18 (1)	33 ♀	1080	79	72	*69,44*	*68.88*	*59,44*	*51,18*	*51,11*	*94,73*	*63,63*	Ancon
19 (2)	29 ♂	1200	84	80	*80.23*	*71,51*	*62,79*	*50,77*	*46,94*	*97,30*	*76,92*	
20 (3)	31 +○+	1190	77	75	*80,35*	*70;83*	*62,50*	*52,25*	*43,18*	*100,00*	*63,83*	
21 (4)	28 ♀	1165	82	82	*80,84*	*71;85*	*60,48*	*50,00*	*47,72*	*88,23*	*79,72*	
22 (5)	30 ♂	1000	84	83	*81,09*	*75,60*	*67,07*	*47,20*	*53,33*	*91,43*	*66,66*	
23 (6)	24 "	1215	83	—	*82,14*	*78,57*	*66,66*	*49,24*	*47,05*	*72,92*	*78,00*	
24 (7)	26 "	1265	79	65	*84.21*	*76,61*	*64.91*	*51,79*	*43,63*	*85,71*	*78,34*	
25 (8)	25 ♀	1220	82	75	*85,29*	*76,47*	*65,29*	*51,11*	*44,23*	*87,18*	*74,54*	
26 (9)	27 ♂	1320	81	72	*87,86*	*79,77*	*68,78*	*48,57*	*50,00*	*90,00*	*70,90*	
27 (10)	23 ♀	1050	81	75	*89,03*	*88,38*	*73,54*	*50,41*	*47,82*	*94,87*	*69,23*	
28 (11)	19 ♂	1190	78	—	*91,77*	*84,17*	*73,41*	*49,63*	*46,94*	*88,09*	*81,14*	
29 (12)	21 ♀	1060	77	70	*94,73*	*89,47*	*73,02*	*55,91*	*41,17*	*90,24*	*66,66*	
30 (13)	22 ♂	1070	80	—	*98,66*	*89,33*	*77,33*	*47,79*	*43,75*	*85,71*	*72,22*	
31 (14)	20 ♀	1090	81	79	*100,00*	*83,00*	*72,78*	*47,24*	*42,22*	*94,87*	*64,00*	
32 (1a)	32 ♂	—	80	80	*78,45*	—	—	*51,51*	*43,64*	*89,74*	—	Mit erhaltenem reichen Kopfhaar
33	18 "	1350	85	78	*76,53*	*78,21*	*64,24*	*49,63*	*50,00*	*85,36*	*80,77*	Geschenk von Gaffron

III.

Occipital-deformirte Europäer-Schädel

A. der modernen Münchener Stadtbevölkerung.

I. Männer, 118 Schädel.

Die Abflachung betrifft:

Nr.	die Oberschuppe in grösserer Ausdehnung	die benachbarten Partien der Scheitelbeine	die Spitze der Oberschuppe, Lambdaspitze	Bemerkungen:
7		„ +	„	
13		„ +	„	flacher Schädel
16		„ +	„	
20		„ +	„	
21	„ +	„		schief, Stirnnath
26	„ +	„		
28	„ +	„		
28 a		„ +	„	
31		„ +	„	
33		„ +	„	
34		„ +	„	
35	„ +	„		
37	„ +	„		schief
39		„ +	„	
42	„ +	„		
43		„ +	„	
44 a	„ +	„		
46		„ +	„	
49		„ +	„	
55		„ +	„	
57	„ +	„		
58		„ +	„	
59	„ +	„		
62		„ +	„	
64		„ +	„	
66	„ +	„		
67		„ +	„	
68		„ +	„	
70		„ +	„	
74		„ +	„	
75	„ +	„		
76		„ +	„	
77	„ +	„		
78	„ +	„		
79	„ +	„		
80		„ +	„	
81	„ +	„		
83	„ +	„		stark schief
86		„ +	„	
89	„ +	„		
90		„ +	„	
92		„ +	„	
94		„ +	„	
97	„ +	„		
98		„ +	„	
99		„ +	„	schief
101		„ +	„	
102	„ +	„		
105	„ +	„		
107	„ +	„		gelappt
108	„ +	„		
109	„ +	„		
111		„ +	„	
112	„ +	„		
114		„ +	„	
115		„ +	„	
116		„ +	„	
117	„ +	„		
118	„ +	„		
123	„ +	„		

II. Frauen, 115 Schädel.

Die Abflachung betrifft:

Nr.	die Oberschuppe in grösserer Ausdehnung		die benachbarten Partien der Scheitelbeine		die Spitze der Oberschuppe, Lambdaspitze	Bemerkungen:
6			,,	+	,,	
11	,,	+	,,			schief, rechts stärker
12			,,			
18	,,	+	,,			
20	,,	+	,,			
22			,,	+	,,	
23			,,	+	,,	
30			,,	+	,,	
31			,,	+	,,	
33			,,	+	,,	gelappt
34			,,	+	,,	
37			,,	+	,,	
38			,,	+	,,	
39			,,	+	,,	
45			,,	+	,,	
46	,,	+	,,			
47	,,	+	,,			
49			,,	+	,,	
50	,,	+	,,			
55			,,	+	,,	
56			,,	+	,,	
59			,,	+	,,	
60			,,	+	,,	
61			,,	+	,,	
65			,,	+	,,	
66	,,	+	,,			
67			,,	+	,,	
69			,,	+	,,	
70	,,	+	,,			
72	,,	+	,,			gelappt
73	,,	+	,,			
74	,,	+	,,			
75	,,	+	,,			gelappt
76	,,	+	,,			
77			,,	+	,,	
79	,,	+	,,			
81	,,	+	,,			
82	,,	+	,,			
83	,,	+	,,			
85	,,	+	,,			
90	,,	+	,,			
91	,,	+	,,			
92	,,	+	,,			
93	,,	+	,,			
95	,,	+	,,			
96	,,	+	,,			
97	,,	+	,,			
98	,,	+	,,			schief, rechts stärker
99 a	,,	+	,,			
101	,,	+	,,			
102	,,	+	,,			
102 a	,,	+	,,			
103	,,	+	,,			
106	,,	+	,,			
107	,,	+	,,			
109	,,	+	,,			

B. der oberfränkischen Landbevölkerung (Waischenfeld)

(nach dem Geschlecht gemischt.)

Nr.	Die Abflachung betrifft: die Oberschuppe in grösserer Ausdehnung		die benachbarten Partien der Scheitelbeine		die Spitze der Oberschuppe, Lambdaspitze	Bemerkungen:
1	"	+	"			schwach gelappt
6			"	+	"	
7			"	+	"	
8			"	+	"	
9			"	+	"	
10			"	+	"	
11			"	+	"	
12			"	+	"	
16			"	+	"	
17			"	+	"	
19			"	+	"	
19 a	"	+	"			
21	"	+	"			schief
22			"	+	"	
23			"	+	"	
25			"	+	"	gelappt
27			"	+	"	
28			"	+	"	
30			"	+	"	
32	"	+	"			
33		+	"	+	"	schief
34	"		"			
37			"	+	"	
42	"	+	"			
43	"	+	"			
45	"	+	"			
46			"	+	"	
47			"	+	"	
50			"	+	"	Knochenwunde
51	"	+	"			
51 a			"	+	"	gelappt
52	"	+	"			
54	"	+	"			
55	"	+	"			
57	"	+	"			
58	"	+	"			
59	"	+	"			
61	"	+	"			
64	"	+	"			
67	"	+	"			
68			"	+	"	
69			"	+	"	
70			"	+	"	
72	"	+	"			
76			"	+	"	
77			"	+	"	
81			"	+	"	
82	"	+	"			
83			"	+	"	
85			"	+	"	
86			"	+	"	
88	"	+	"			
89			"	+	"	
92			"	+	"	
93			"	+	"	
95	"	+	"			
97			"	+	"	
99			"	+	"	
100			"	+	"	

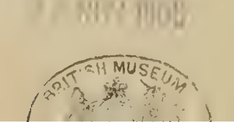
Inhaltsübersicht.

Seite

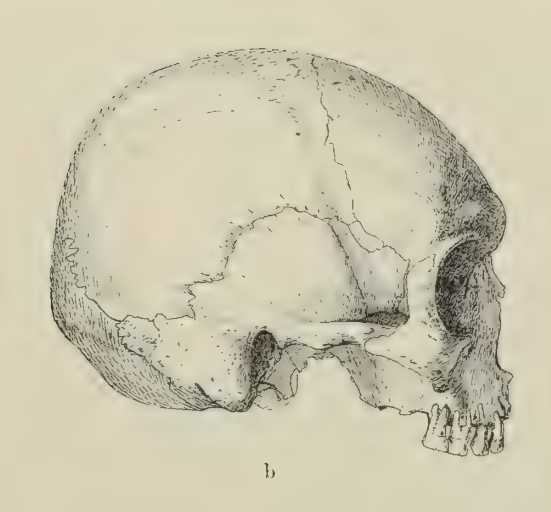
1. Einleitung. Herkunft der Schädel. Bisherige Anschauungen über die alt-peruanische Kopfdeformirung . . . 631 (3)
2. Allgemeine Beschreibung der Schädel . . . 636 (8)
   Die allgemeine Schädelform . . . 636 (8)
   Die Längenbreiten-Verhältnisse der Schädel . . . 637 (9)
   Die Längenhöhen-Verhältnisse der Schädel . . . 641 (13)
3. Einzelbeschreibung der 33 Schädel . . . 645 (17)
   I. 17 Schädel aus Pachacamác . . . 645 (17)
   II. 15 Schädel aus Ancon . . . 679 (51)
   Kopf einer vollständigen Kindermumie . . . 710 (82)
4. Resultate . . . 711 (83)
   I. Die Deformation der Schädel . . . 711 (83)
   a. Deformation von Scheitel und Stirn . . . 711 (83)
   b. Deformation des Hinterkopfs . . . 713 (85)
   c. Deformation an der Schädelbasis und am Gesicht . . . 715 (87)
   II. Die Methoden der Kopfformung . . . 717 (89)
   Die Schädeldeformation bei modernen Europäern . . . 729 (101)
   I. Occipitale Deformation . . . 731 (103)
   II. Coronarrinne, Sattelköpfe . . . 734 (106)
   III. Pathologische Wirkungen der Kopfdeformirung . . . 735 (107)
   a. Kleinheit des Innenraumes des Hirnschädels . . . 735 (107)
   b. Störungen in der Schläfengegend . . . 741 (113)
   c. Enge und Weite der Augenhöhlen . . . 742 (114)
   d. Auriculare Exostosen . . . 742 (114)
   e. Gelenkfläche für den 2. Halswirbel am Schädel . . . 743 (115)
   f. Os Incae . . . 743 (115)
5. Tabellen:
   I. Tabelle der absoluten Schädelmaasse der 33 Alt-Peruaner-Schädel . . . 745 (117)
   II. Tabelle der Indices der 33 Alt-Peruaner-Schädel . . . 746 (118)
   III. Occipital-deformirte Europäer-Schädel . . . 747 (119)
   A. der modernen Münchener Stadtbevölkerung . . . 747 (119)
   I. Männer, 118 Schädel . . . 747 (119)
   II. Frauen, 115 Schädel . . . 748 (120)
   B. 100 Schädel der oberfränkischen Landbevölkerung (Waischenfeld) . . . 749 (121)

Zu korrigiren:

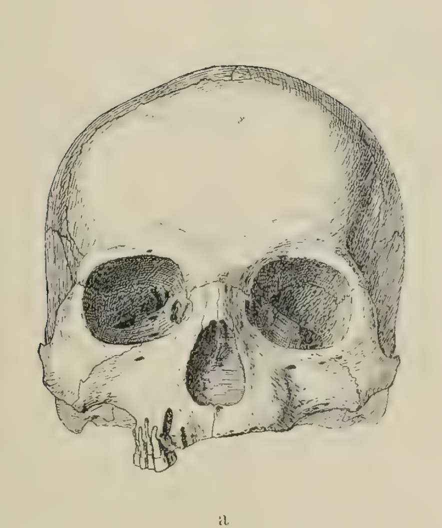
Seite 657, Ueberschrift statt Nr. 7 (7) lies Nr. 7 (8).
Seite 678, Sagittalbogen der Sq. occ. statt 390 lies 90.
Seite 700, Zeile 6 von oben lies Torus occipitalis.



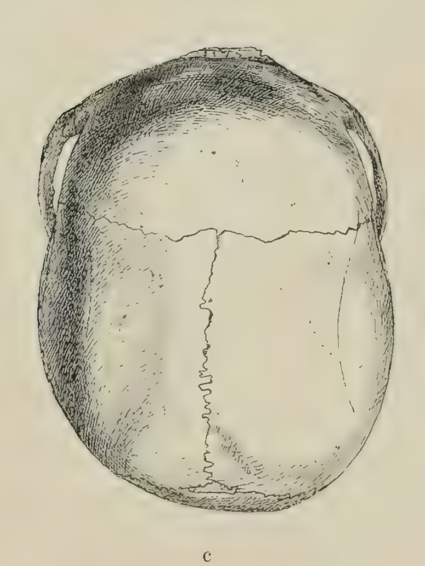
Tafel 1.



b



a

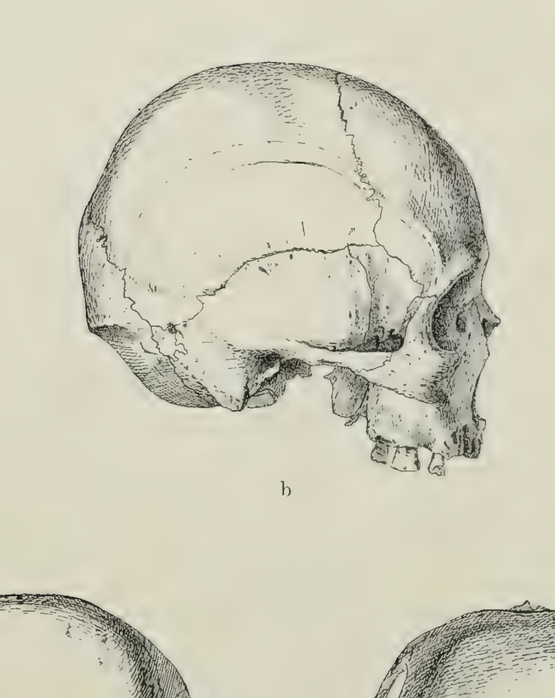


c

Schädel von Pachacamác. Nr. **1** (5).
($\frac{1}{3}$ natürlicher Grösse.)



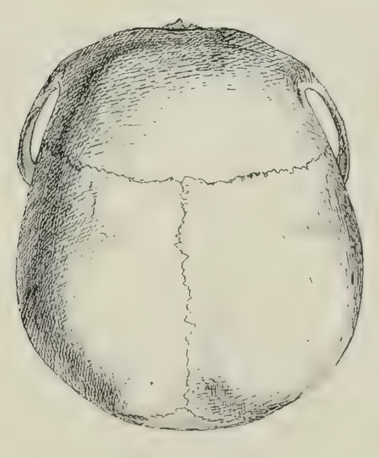
Tafel 2.



b



a

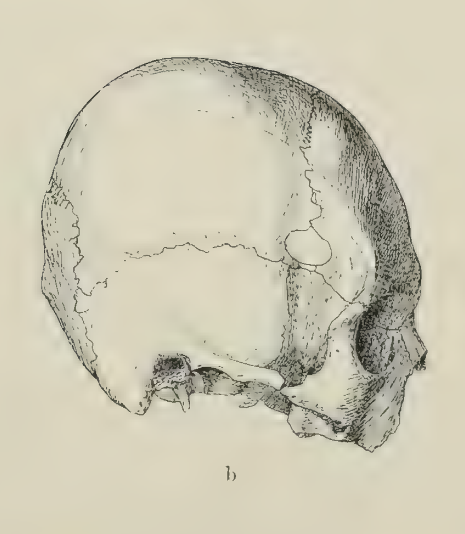


c

Schädel von Pachacamác. Nr. 4 (15).
(1/3 natürlicher Grösse.)


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

Tafel 3.



b



a



c

Schädel aus Pachacamác. Nr. 16 (1).

(1/3 natürlicher Grösse.)


BRIT SH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

Tafel 4.



b



a



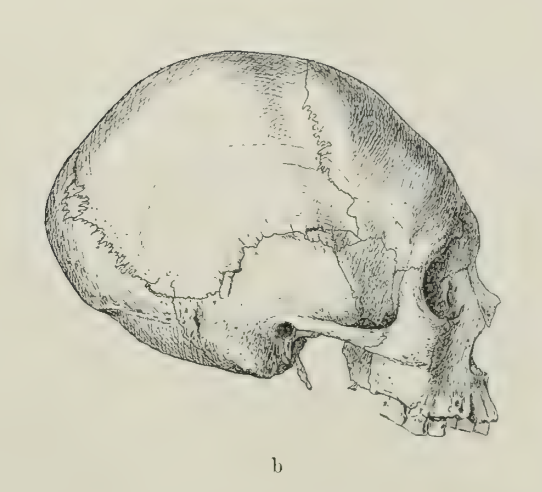
c

Schädel aus Pachacamác. Nr. 17 (2).

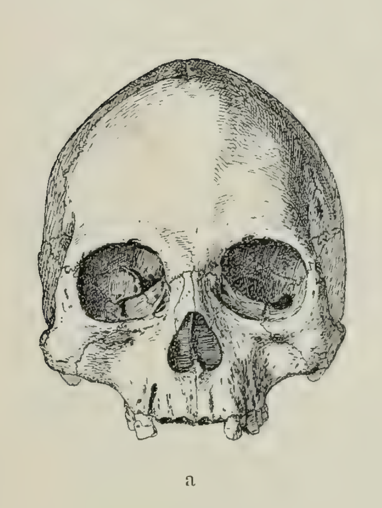
($^1/_3$ natürlicher Grösse.)


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

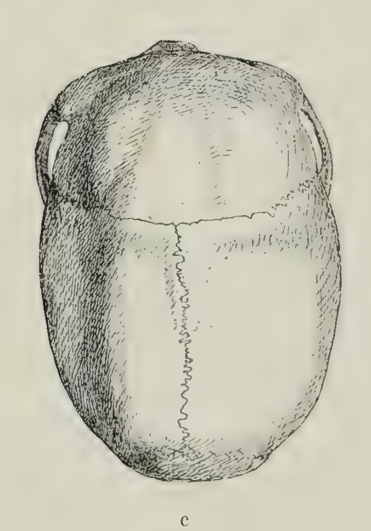
Tafel 5.



b



a



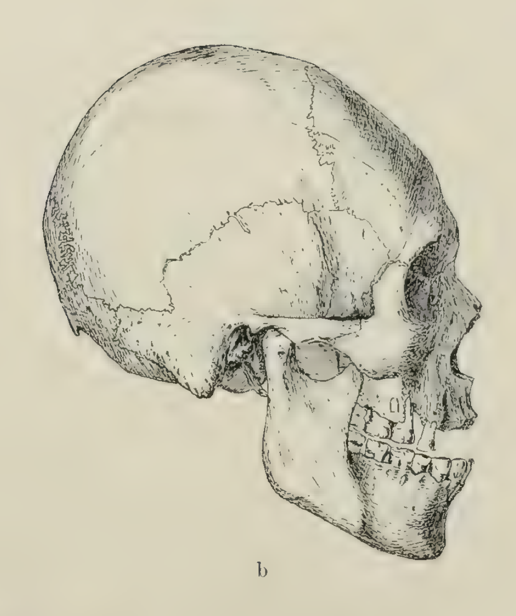
c

Schädel von Ancon. Nr. 18 (33).

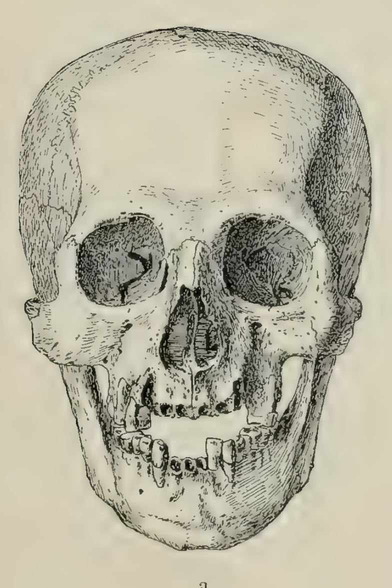
(1/3 natürlicher Grösse.)


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

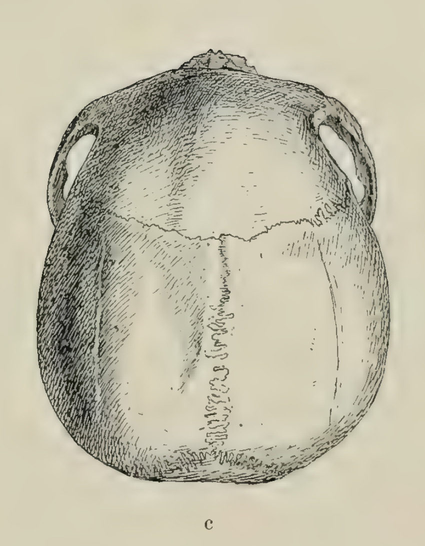
Tafel 6.



b



a

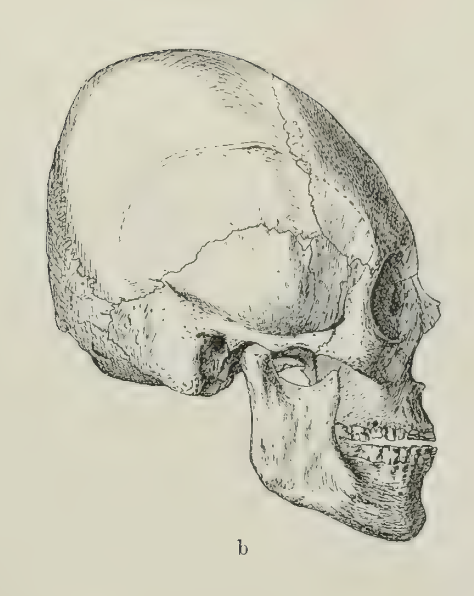


c

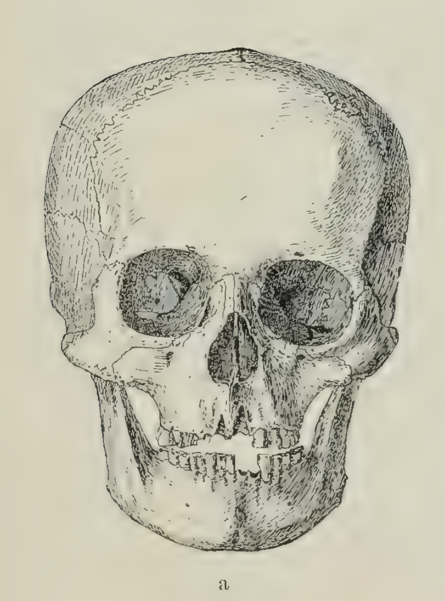
Schädel aus Ancon. Nr. 24 (26).
(1/3 natürlicher Grösse.)


BRITISH MUSEUM

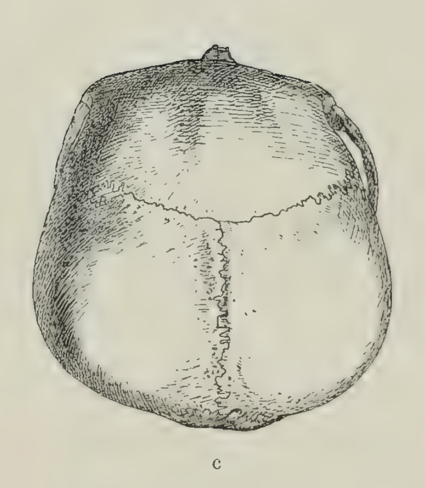
Tafel 7.



b



a



c

Schädel aus Ancon. Nr. 30 (22).

(1/3 natürlicher Grösse.)


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

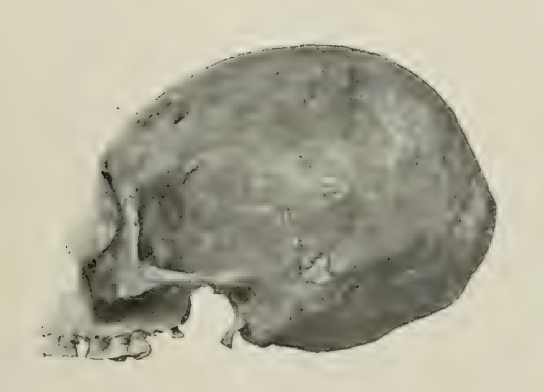
Tafel 8.



Schädel aus Ancon. Nr. 32 (32).
(Nach einer Photographie von Dr. Ferd. Birkner.)


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.

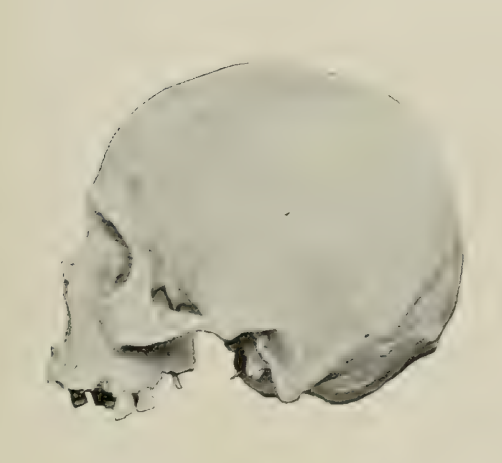
Tafel 9.



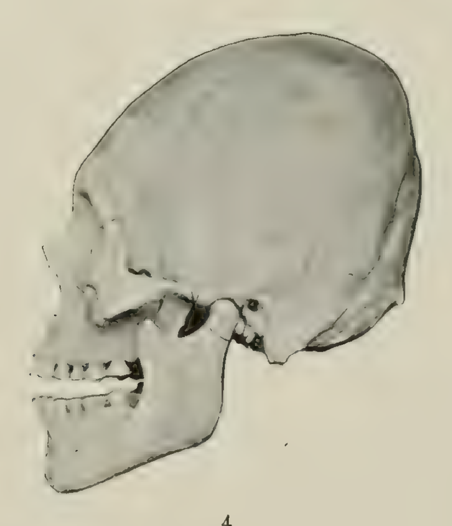
1
Nr. 18 (33) Ancon.



2
Nr. 19 (29) Ancon.



3
Nr. 4 (15) Pachacamác.



4
Nr. 30 (22) Ancon.

Die Hauptformen der beschriebenen Schädel.
Nach Photographien des Herrn k. Rechnungsrathes Uebelacker.


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY.



Inhalt.

Seite

Untersuchung über die Vibration des Gewehrlaufes von *C. Cranz* und *K. R. Koch.* (Mit 4 Tafeln) 589

Die Aussen-Nebel der Plejaden. Von *Max Wolf.* (Mit 2 Tafeln) 613

Ueber Altperuanische Schädel von Ancon und Pachacamác, gesammelt von I. K. H. Prinzessin Therese von Bayern. Von *Johannes Ranke.* (Mit 9 Tafeln) . . 629

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

